

Introduserte makroalger i indre Oslofjord;

kartlegging av *Sargassum muticum* (Yendo)

Fensholt og *Dasya baillouviana* (S. G. Gmelin)

Montagne

av Marianne Olsen



UNIVERSITETET I OSLO

2007

SAMMENDRAG

Forekomsten av to introduserte arter; brunalgen *Sargassum muticum* og rødalgen *Dasya baillouviana*, har blitt kartlagt på 33 stasjoner i indre Oslofjord august/september 2005. Mengdeangivelsen er bestemt ut fra en 5-delt semikvantitativ skala.

Formålet har vært å belyse interaksjonen mellom introduserte arter i indre Oslofjord og hjemmehørende arter, i håp om å utrede økologiske endringer som introduksjonene kan føre med seg.

Sargassum muticum ble funnet på 18 av totalt 33 stasjoner, hvor den er bestemt til dominerende på 4 stasjoner, vanlig på 5 stasjoner, spredt på 7 stasjoner og sjelden på 2 stasjoner. Den er funnet på substrat som fjell, stein, blåskjell og tauverk.

Dasya baillouviana ble funnet på 9 av totalt 33 stasjoner, hvor den er bestemt til dominerende på 1 stasjon, vanlig på 5 stasjoner og spredt på 3 stasjoner. Den er funnet på substrat som fjell, stein og grus.

I Bærumsbassenget ble bare *Dasya baillouviana* registrert.

Under feltarbeidet ble det utprøvd en metode for bruk av undervannsvideokamera som en del av kartleggingsarbeidet. Metoden fungerer bra såfremt man kartlegger makroalger som lar seg artsbestemme makroskopisk. *Sargassum muticum* var lettere å identifisere på opptak enn *Dasya baillouviana*.

Årssyklusen til *Sargassum muticum* har blitt kartlagt på 8 stasjoner i indre Oslofjord. Undersøkelser ble gjort i oktober 2005, mars 2006 og mai 2006 og under noen feltundersøkelser i juni og juli 2006. Hovedperioden for vekst av *Sargassum muticum* er fra juni til august, i oktober er bare festestilkene bevart, i mars begynner nye skudd å vokse. Rundt juli utvikler den reseptakler og blir deretter fertil.

Det er ikke trukket noen konklusjoner om at de introduserte algene fortrenger hjemmehørende arter, men det ser ut til at begge artene er i rask spredning i det undersøkte området. Videre overvåkning anbefales.

FORORD

Denne masteroppgaven ble utført ved Avdeling for Marin Biodiversitet, Biologisk institutt, Universitetet i Oslo i tidsrommet 2005-2007.

Først og fremst vil jeg rette en takk til min veileder professor Jan Rueness som har gitt meg en utfordrende og interessant oppgave. Han har gitt verdifulle kommentarer og råd og i tillegg tilgang på alle sine artikler. Takk også til Marit Ruge Bjærke som ledet meg inn på dette fagområdet!

Jeg vil svært gjerne rette en stor takk til mine medstudenter og da spesielt Guri, Janne og Eider for å ha vært gode støttespillere. Takk!

En stor takk til Jan Sundøy på F/F Bjørn Føyn som kjørte meg rundt på fjorden og hjalp meg å gjennomføre feltarbeidet. Det rettes også en takk til mannskapet på F/F Trygve Braarud og kaptein Sindre Holm.

Mats Walday (NIVA) skal og ha en stor takk for at vi fikk låne undervannskamera, når vårt eget fikk et smell blant fjæresteinene. Og Brage Rygg som sendte meg en shapefil over Oslofjorden.

Takker også "gutta" på verkstedet for glimrende service og imponerende oppfinnsomhet!

Takk også til Stein og Thor for lån av STD'en.

Takk til Tom Andersen for hjelp med problemene som oppsto i ArcView9.

Takk til min familie (spesielt søstre mine Lena og Lill Ann) for støtte og tålmodighet.

Takk også til Morten for hjelp med Windows Moviemaker!

For å ikke glemme Marianne og Thomas med sine geologi- og GIS kunnskaper! Og Kristine og Trude for kaffepauser. Takk til mine venner (Therese, Marit, Tine, Marte, Marit H. og Hanne) som synes kinesisk flytetang er meget spennende! Og månefisker (*Mola mola*).

Takk for meg!

(Denne oppgaven er endret mai 2007 og er ikke lik trykt oppgave).

Marianne Olsen

Februar 2007

INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	1
FORORD	3
INNHALDSFORTEGNELSE	4
1. INNLEDNING	7
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN	8
1.2 MÅLSETNING	9
1.3 PRESENTASJON AV <i>SARGASSUM MUTICUM</i>	10
1.3.1 UTBREDELSE OG SPREDNINGSHISTORIE	10
1.3.2 MORFOLOGI OG LIVSSYKLUS	11
1.3.3 <i>SARGASSUM MUTICUM</i> 'S INVASIVE EGENSKAPER	12
1.4 PRESENTASJON AV <i>DASYA BAILLOUVIANA</i>	14
2. DET UNDERSØKTE OMRÅDET	16
2.1 INDRE OSLOFJORD	16
2.1.1 TOPOGRAFI	17
2.1.2 HYDROGRAFISKE FORHOLD	18
2.2 FORURENSNINGSSITUASJONEN	23
2.3 ALGER SOM MILJØINDIKATORER	24
2.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	25
3. MATERIALE OG METODE	27
3.1 FELTUNDERSØKELSER	28
3.2 UNDERVANNSVIDEOKAMERA	28
3.2.1 FELTPERIODE 1	30

3.2.2	<i>FELTPERIODE 2</i>	32
3.2.3	<i>KVANTIFISIERING AV SARGASSUM MUTICUM</i>	33
3.3	GIS (GEOGRAFISK INFORMASJONS SYSTEM)	34
PLANSJE 1		36
PLANSJE 2		37
PLANSJE 3		38
4.	RESULTATER	39
4.1	FELTUNDERSØKELSENE.....	39
4.2	FELTPERIODE 1.....	40
4.2.1	<i>FOREKOMST AV SARGASSUM MUTICUM</i>	41
4.2.2	<i>FOREKOMST AV DASYA BAILLOUVIANA</i>	42
4.2.3	<i>UNDERVANNSOPPTAK FRA FELTPERIODE 1</i>	43
4.3	FELTPERIODE 2.....	44
4.3.1	<i>ÅRSSYKLUSEN TIL SARGASSUM MUTICUM I INDRE OSLOFJORD</i>	45
4.3.2	<i>UNDERVANNSOPPTAK FRA FELTPERIODE 2</i>	46
4.3.3	<i>KVANTIFISIERING AV SARGASSUM MUTICUM</i>	47
5.	DISKUSJON	48
5.1	FEILKILDER.....	48
5.2	BRUK AV UNDERVANNSKAMERA VED KARTLEGGING AV MAKROALGER	50
5.3	VIDERE SPREDNING OG MULIGE KONSEKVENSER.....	52
5.3.1	<i>KONKURRANSE MELLOM ARTER</i>	52
5.3.2	<i>EN FORØKNING AV ARTSRIKDOM?</i>	57
5.3.3	<i>ULIKE FASER AV EN INVASJON</i>	58
6.	KONKLUSJON OG VIDERE ARBEID	61

REFERANSELISTE.....	63
APPENDIX 1.....	I
APPENDIX 2.....	II
APPENDIX 2 FORTS.	III
APPENDIX 3.....	IV
APPENDIX 4. FELTPERIODE 1: STASJONSKOORDINATER	V
APPENDIX 4 FORTS. FELTPERIODE 1: STASJONSKOORDINATER.....	VI
APPENDIX 4 FORTS. FELTPERIODE 1: STASJONSKOORDINATER.....	VII
APPENDIX 5. FELTPERIODE 1: STASJONSBESKRIVELSER.....	VIII
APPENDIX 6.....	X
APPENDIX 6 FORTS.	XI
APPENDIX 7.....	XII
APPENDIX 8 CD: FELTPERIODE 1	XIII
APPENDIX 9 CD: FELTPERIODE 2	XIV

1. INNLEDNING

En introdusert art er en organisme som har krysset sine naturlige barrierer for spredning og forflyttet seg utover sitt historisk kjente geografiske område, som følge av menneskelige aktiviteter (Boudouresque & Verlaque 2002, Reise *et al.* 2006).

Introduksjoner av terrestrielle arter er kanskje mer allmenkjent, men stadige oppdagelser av fremmede marine arter i nytt farvann, vitner om at slike forflytninger ikke er uvanlig (Schaffelke *et al.* 2006).

Bekymringer rundt de økologiske konsekvensene som introduksjonene kan føre med seg har gjort introduserte arter til et stort forskningsfelt på verdensbasis (Britton-Simmons 2004), men konsekvensene av biologisk forurensning er ofte vanskelige å forutsi (Rueness 1989, Britton-Simmons 2004, Steen & Rueness 2004, Buschbaum *et al.* 2006, Reise *et al.* 2006). Introduksjonene kan være tilsiktet gjennom import av marine organismer for dyrkning (akvakultur), eller utilsiktet ved at organismen blant annet er "blindpassasjer" på skipsskrog, i ballastvann, på fiskeutstyr og /eller følger med tilsiktet import av marin fauna og flora (Schaffelke *et al.* 2006).

I løpet av de siste 50 årene har antallet introduserte makroalger fått en dramatisk økning, antagelig som et resultat av økende og raskere skipstrafikk, samt styrket satsning på akvakultur (Bjærke 2004).

Langs norskekysten har det forekommet flere tilfeller av etablering av fremmede makroalger og mer en 40 % av disse introduksjonene er registrert for første gang i løpet av de siste 25 år (Bjærke 2004). I samme stund har det biologiske mangfoldet i kystsonene fått økt fokus og metoder for å oppdage nye arter har blitt bedre (Bjærke 2004).

Eksempler på noen introduserte rødalger er *Heterosiphonia japonica* (Bjærke 2004), *Polysiphonia harveyi* (Bjærke 2004) og *Dasya baillouviana* (Røsjorde 1973, Larsen 1995, Bjærke 2004). Det har også forekommet introduksjoner av grønnalger deriblant *Codium fragile* (DN 2006) og brunalger som *Sargassum muticum* (Rueness 1989, Steen 2003, Bjærke 2004, DN 2006).

Det er vanskelig å fjerne en etablert introdusert art (Norton 1976) og forhindring av at introduksjonen skjer er derfor mer effektivt enn utryddelse (Boudouresque & Verlaque 2002). Det er derfor laget internasjonale retningslinjer for å redusere og hindre overføringer av fremmede arter gjennom skipstrafikk, ballastvann og sedimenttransport (Bjærke 2004). Når følgene av introduksjoner er såpass uvisse er det viktig at man tar oppdagelsen av nye arter i kystøkosystemene alvorlig.

1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

Biologisk mangfold kan beskrives som jordens variasjon av livsformer, gener og økosystemer (DN 2001). Norge er forpliktet til å beskytte og ivareta det biologiske mangfoldet blant annet i de nære kystsoner, både gjennom konvensjonen om biologisk mangfold fra FN-toppmøtet i Rio de Janeiro 1992 og gjennom EØS avtalen, som krever at Norge må følge retningslinjene i EU's vannrammedirektiv (2000/60 EC) fra 2000 (SFT 2006).

Vil man bevare biodiversiteten i kystsonene er det spesielt viktig, og helt grunnleggende, å opparbeide kunnskap om makroalger, da makroalger spiller flere viktige økologiske nøkkelroller i kystøkosystemene; de er primærprodusenter, de sørger for et tredimensjonalt bunnmiljø som kan utnyttes av andre organismer (f. eks gjemmesteder og habitater) og er oppvekstområder for kommersielt viktige fiskeslag (Rueness 1998, Worm *et al.* 2001, Fredriksen 2003). I tillegg er de første leddet i en detritusnæringskjede, som er næringsgrunnlaget for blant annet bunndyr og filterernærende dyr (Fredriksen 2003).

Det er blitt lagt til grunn flere bevis for at introduksjon av *Sargassum muticum* potensielt kan endre den biologiske artsammensetningen til resipienten (den Hartog 1997, Britton-Simmons 2004, Buschbaum *et al.* 2006). *Sargassum muticum* ser stadig ut til å kolonisere nye områder og habitater langs kysten vår (pers. medd. Jan Rueness 2006), men lite er kjent om dens interaksjoner med hjemmehørende flora og fauna (Bjærke 2004).

1.2 MÅLSETNING

Hensikten med denne oppgaven har vært å forsøke å belyse de økologiske og biologiske interaksjonene mellom 2 introduserte makroalger, hhv *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana*, og vår hjemmehørende flora og fauna på utvalgte lokaliteter i indre Oslofjord. Tanken var at en detaljregistrering av forekomsten til *S. muticum* og *D. baillouviana* ville kunne gi økt kunnskap om spredningsprosessen og habitatvelgelse i indre Oslofjord.

Kartlegging av det marinbiologiske mangfoldet er et naturlig første trinn i bevaring av kystsonene i Norge (Moy & Walday 1997), slik at man kan følge utvikling og spore eventuelle endringer over tid. Med vår lange kystsone er nødvendig å erverve gode metoder for å gjøre kartleggingsarbeidet både effektivt, nøyaktig og ikke minst tidsbesparende. Å utarbeide en god metode for kartlegging av makroalger ved hjelp av undervannskamera har derfor og vært en del av masterprosjektet.

Målsetningen med oppgaven kan sies å være:

- Kartlegge tilstedeværelsen av *Sargassum muticum* i indre Oslofjord og andre introduserte arter (*Dasya baillouviana*).
- Kartlegge hvilke økologiske og biologiske interaksjoner som spiller inn på spredningen av *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana* i indre Oslofjord.
- Belyse interaksjonen mellom *Sargassum muticum* og naturlig hjemmehørende flora og fauna.
- Studere årssyklusen til *Sargassum muticum* i indre Oslofjord.
- Utarbeide en metode for bruk av undervannsvideokamera som et verktøy for å kartlegge makroalger.

1.3 PRESENTASJON AV *SARGASSUM MUTICUM*

1.3.1 UTBREDELSE OG SPREDNINGSHISTORIE

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt (japansk drivtang på norsk) er en brunalge tilhørende familie Sargassaceae, orden Fucales. Slekten *Sargassum* består av over 300 arter (Guiry & Guiry 2007) som er representert over hele kloden. *S. muticum* er naturlig hjemmehørende i Stillehavet langs de japanske kyster, men har blitt utilsiktet introdusert til Stillehavskysten av Nord-Amerika, og til den Engelske kanal (Europa) gjennom import av østers (*Crassostera gigas*) (i følge Britton- Simmons 2004: Scagel 1956, Farnham *et al.* 1973). Herfra har den spredd seg videre langs hele kysten av Frankrike og er i dag vanlig på vestkysten av Portugal, fra Algarve i sør (pers. medd. Aschwin Engelen 2006) til Norge i nord (Steen 2004). Den har også spredt forekomst i Middelhavet (Boudouresque & Verlaque 2002).

I Norge ble *S. muticum* funnet for første gang ilanddrevet på sørlandskysten i 1984 av professor Jan Rueness og i 1988 ble det første fastsittende individet funnet (Rueness 1989). Siden har den spredd seg både langs sørlandskysten og vestlandskysten og er i dag å finne helt opp til Sognefjorden (Steen 2004, Global Invasive Species Database 2006). *S. muticum* er blitt en vanlig tangart langs kysten vår og kan anses som et permanent medlem av vår algeflora (Rueness 1998).

Et mislykket forsøk på å fjerne *S. muticum* fra den engelske kyst har vist at spredningen av algen er svært vanskelig å kontrollere (Norton 1976). Man antar at spredningen av *S. muticum* vil naturlig begrenses av dens toleransegrenser ovenfor salinitet, lys og temperatur (Steen 1992). Den nordlige grensen vil trolig gå et sted langs Trøndelag/ Helgelandskysten (I følge Steen 1992: Rueness 1985) hvor da enten vinter- eller sommertemperaturen er for lave til å opprettholde en populasjon.

Sammenlignet med dens raske spredning langs den europeiske Atlanterhavskyst har dens ekspandering til områder preget av lav saltholdighet vært begrenset (Karlsson & Lo 1999, Steen 2004). Dens fravær fra brakkvannsområder som Østersjøen kan bety at spredningen av *S. muticum* må ses på over en lengre tidsskala og at den frem til nå

ikke har rukket å bre seg over hele sin potensielle geografiske rekkevidde, men det kan også bety at den har redusert evne til å etablere seg og gjennomføre livssyklus under hyposaline forhold (Steen 2004). Steen (2004) viste at toleransegrensene ovenfor lave salinitetsverdier endres i løpet av livssyklusen, hvor zygoten og kimplanten er de mest sårbare stadiene. Forsøket viste at befruktning ble forhindret ved saltholdighet lavere enn 15 ‰.

1.3.2 MORFOLOGI OG LIVSSYKLUS

Sargassum muticum kan ikke forveksles med noen av våre endemiske makroalger. Den er lett å få øye på da den utover sommeren kan bli meget stor, normalt rundt 1-2 meter på våre breddegrader, men individer opp til 10 meter er observert på den nordlige Atlanterhavskysten av Frankrike (Critchley *et al.* 1990). På sensommeren har den et buskete preg og er ofte funnet overgrodd med epifytter (Bjærke 2000).

På våre breddegrader er *S. muticum* er pseudo-perennial dvs. den har både en flerårig del bestående av et skiveformet festeorgan med en bladrosett på toppen og en kort stamme (primærskuddet)(se plansje 3-bilde 3a), og en ettårig del bestående av gjentatte forgrenede sideskudd (Karlsson 1988, Critchley *et al.* 1990, Rueness 1998). (Se figur 1). Sideskuddene er besatt med små blader og mange flyteblærer.

Flyteblærene sørger for oppdrift slik at skuddene løftes opp mot vannoverflaten, hvor det er godt med lys (Rueness 1998). De ettårige grenene vokser apikalt ut fra primærskuddet hver vår (mars/april på våre breddegrader) og kastes om høsten (oktober/november) hvor da bare primærskuddet overvintre (Steen 1992, Wernberg *et al.* 1998). Den flerårige stilken er typisk mørkbrun, mens de nye skuddene har en lysere bruntone.

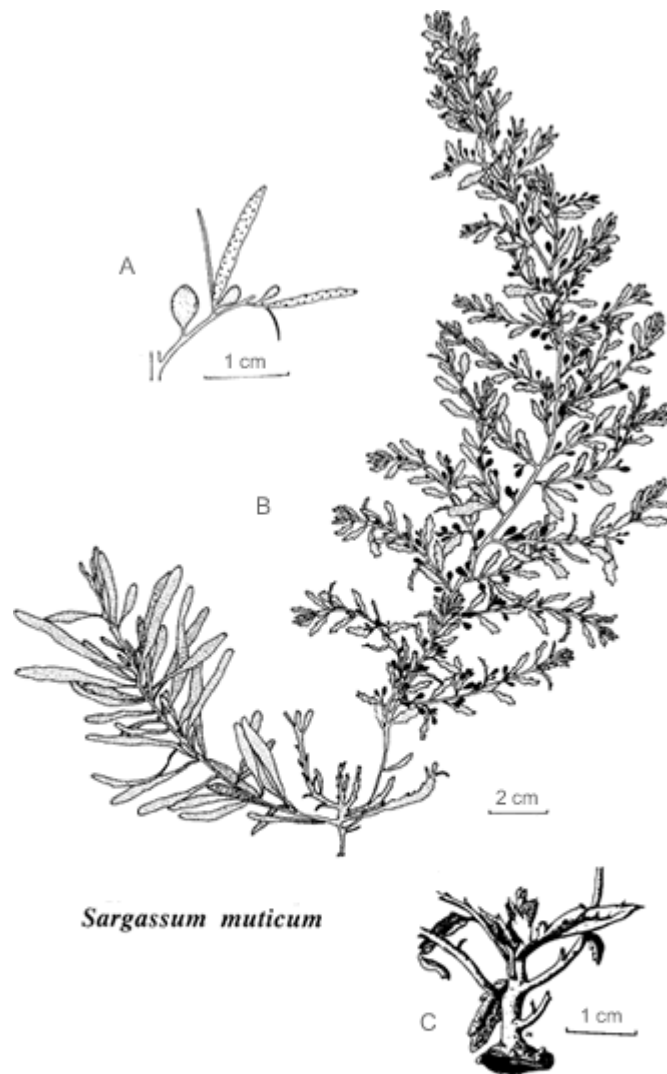
Livssyklusen til *S. muticum* er diplontisk, dvs. at kjønncellene er det eneste haploide stadiet (Steen 1992). *S. muticum* er monøsisk og dermed potensielt selvertil (Rueness 1998). I sommermånedene utvikles sylindriske reseptakler på sidegrenene av 2°, 3° og 4° orden (Steen 1992). (Se plansje 3-bilde 3c og 3d). Hver reseptakkel har fordypninger, konseptakler, som inneholder kjønnceller hhv oogonier og

spermatozoider. Etter at befruktning har funnet sted, blir propagulene sittende fast på reseptakkeloverflaten hos morplanten en tid, før de raskt synker og slår seg ned på bunnen (Norton 1981, Steen 1992). Frigjøring av slike multicellulære propaguler øker sjansen for suksessfull etablering og kan være en konkurransedyktig fordel, da nylige etablerte kimplanter ofte blir utsatt for kraftig beiting (Karlsson 1988).

1.3.3 *SARGASSUM MUTICUM*'S INVASIVE EGENSKAPER

En invasiv art er en introdusert art som er skadelig økologisk og/eller økonomisk (Boudouresque & Verlaque 2002). Invasive arter kan påvirke resipienten enten ved å fungere som en ny nøkkelart, enten gjennom å negativt påvirke den hjemmehørende nøkkelarten eller ta dens plass (Boudouresque & Verlaque 2002). Økologien og biologien rundt *S. muticum* er blitt et stort forskningsfelt (Critchley *et al.* 1990, Global Invasive Species Database 2006) spesielt grunnet dens invasive egenskaper (Norton 1976, Buschbaum *et al.* 2006). Dette er egenskaper som:

- høy vekstrate både hos kimplanter og voksne individer ved temperaturer over 15 °C og evne til lang- distanse spredning med fertile avrevne sidegrener
- monøsisk og potensielt selvfertil
- høy fekunditet og umiddelbar utvikling av eggene etter befruktning
- fenotypisk plastisitet (variasjon av vekst og form etter miljøpåvirkning) (Andrew & Viejo 1998, Arenas *et al.* 2002)



Sargassum muticum

Tre tegninger av *S. muticum*, A-C øverst til nederst. A. Gren med flyteblærer og reseptakler, måleskal = 0,5 cm. B. Opprett skudd med flyteblærer og et ungt, basalt sideskudd med bredere blad, måleskala = 2 cm. C. Flerårig primærskudd og festeskive, måleskala = 1 cm.

A og B etter Coppejans 1995, C. etter J. Karlsson 1988

Figur 1. Skjematisk figur av *Sargassum muticum*. (hentet fra nettsiden: http://biologi.uio.no/akv/forskning/mbot/alien_species.html)

S. muticum investerer ikke i et robust og solid tallus som våre hjemmehørende fucus arter, i stedet har den rask vekst etterfulgt av reproduksjon og deretter degradering av tallus. Kombinasjonen av slike opportunistiske trekk og varigheten til en flerårig plante gjør *S. muticum* til en sterk konkurrent (Norton 1976), spesielt ovenfor sentvoksende arter som fucus og laminaria (Steen & Rueness 2004). Dens tendens til

å danne tette populasjoner og høye vekstrate, skaper bekymring for at den vil endre den biologiske arts sammensetningen der den blir innført. Noen undersøkelser antyder at *S. muticum* negativ påvirker hjemmehørende flora (den Hartog 1997, Arenas *et al.* 2002, Britton- Simmons 2004), men eksperimentell bekreftelse på nedgang i fucus- og laminariapopulasjoner er ofte manglende (Steen & Rueness 2004). Ingen storskala endringer i verken artsrikdom eller biodiversitet er blitt observert som en respons på introduksjonen av *S. muticum* (Bjærke 2004).

1.4 PRESENTASJON AV *DASYA BAILLOUVIANA*

Dasya baillouviana (S.G . Gmelin) Montagne (strømgarn på norsk) er en rødalge tilhørende familie Dasyaceace, orden Ceramiales. (Se plansje 2-bilde 2f). Slekten *Dasya* består av 77 arter (Guiry & Guiry 2007). *D. baillouviana* har sin hovedutbredelse i Middelhavet, men har siden 1950 tallet dukket opp langs kyster i det nordlige Atlanterhav og finnes i dag både på vestkysten av Sverige og i Danmark (Nielsen og Mathiesen 2005). Den ble for første gang oppdaget i sør- Norge i 1966 (Røsjorde 1973) og har siden den gang spredd seg langs kysten av Skagerrak; fra Vestfold til Oslo (Hopkins 2001). Spredningsvektoren bak introduseringen av *D. baillouviana* er usikker (Hopkins 2001). Introduseringer av rødalger går gjerne upåaktet hen fordi algene som regel er små i størrelsen, de kan forveksles med hjemmehørende arter eller finnes i områder som sjeldent blir undersøkt (Bjærke 2004). Dessuten er de ofte vakre, noe som kan gjøre at de i mindre grad anses som en økologisk trussel.

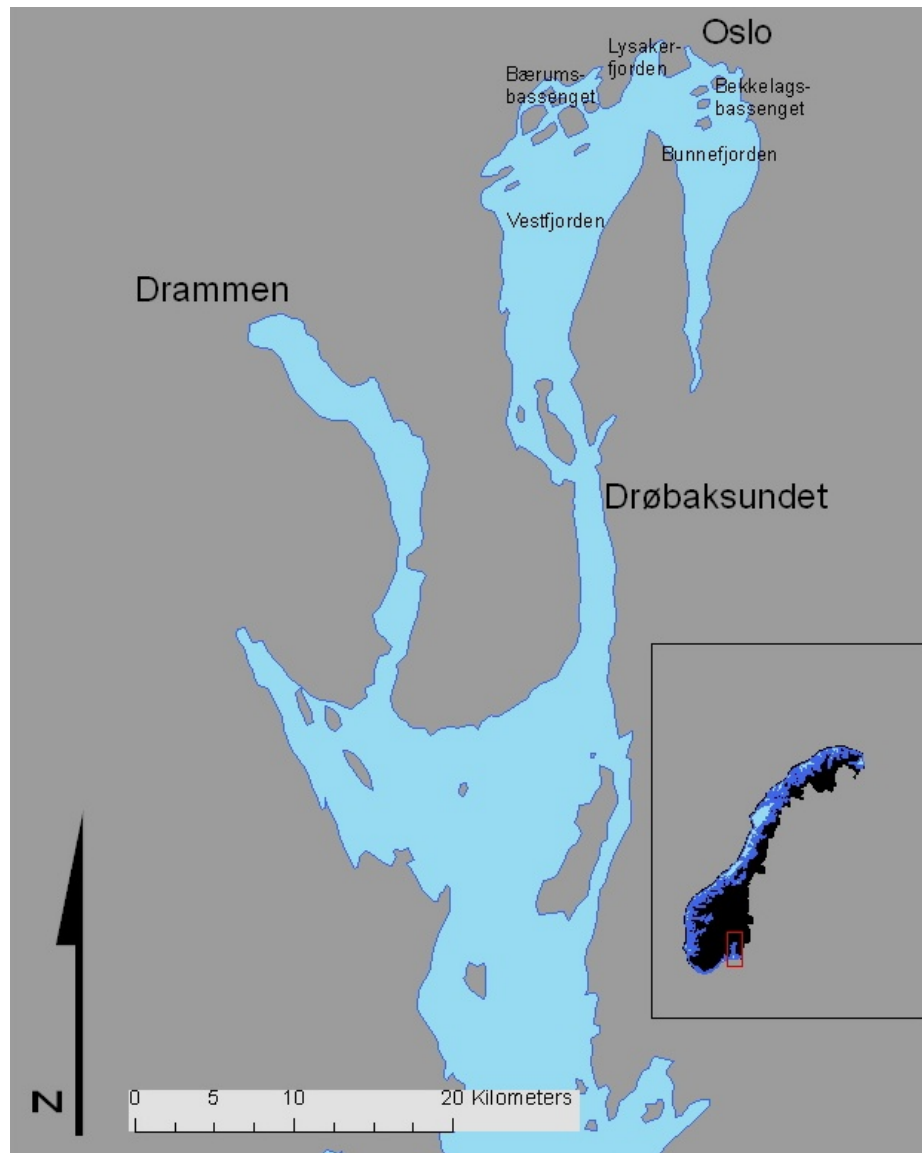
D. baillouviana blir inntil 60 cm høy og er rikt forgrenet med forholdsvis tykke hovedgrener, dekket av 2-5 mm lange, rødfargete kortskudd (Rueness 1998). Rødalgen kan vokse på alt fra blåskjell til småstein og sand (Nielsen og Mathiesen 2005), men også bryggestolper (Rueness 1998). Den anses som en varmtvannsalge da den er best utviklet i sommermånedene på nordlige breddegrader (Nielsen & Mathiesen 2005).

I mikroskop kan man gjenkjenne *D. baillouviana* på polysiphone hovedgrener (1 sentralcelle omgitt av 5 perisentraller) omgitt av barkceller og monosiphone kortskudd som ender i en tilspisset celle (Nielsen & Mathiesen 2005). *D. baillouviana* har en typisk *Polysiphonia* livssyklus, med han- og hunplanter og en tetrasporofyttgenerasjon. Tetrasporangier dannes i distinkte grener, kalt stichidier. Arten kan også formere seg vegetativt, gjennom fragmentering av tallus (Nielsen & Mathiesen 2005).

I skrivende stund er det noe usikkerhet rundt taksonomien til *Dasya* arten som finnes i Oslofjorden, og det pågår molekylære undersøkelser for å plassere arten taksonomisk korrekt (pers. medd. Jan Rueness 2006).

2. DET UNDERSØKTE OMRÅDET

2.1 INDRE OSLOFJORD



Figur 2. Oslofjorden. (Figuren er laget av Marianne Olsen 2006). Drøbacterskelen, som er nevnt i teksten, går på tvers over fjorden omtrentlig hvor "Drøbaksundet" er merket.

De topografiske og hydrografiske forholdene i Oslofjorden er godt beskrevet i boken ”Indre Oslofjord- Natur og Miljø” skrevet av Baalsrud og Magnusson (2002). For å belyse biologien og økologien rundt introduserte makroalger i indre Oslofjord, vil de viktigste forholdene kortfattet bli presentert her.

2.1.1 TOPOGRAFI

Grensen mellom ytre og indre Oslofjord er satt ved Drøbacterskelen (ca 20 meter dyp) (Baalsrud & Magnusson 2002). (Se figurene 2 og 3). Grunnet varierende dybdeforhold, de mange øynene og oddene, er indre Oslofjord delt opp i en rekke bassenger. De viktigste bassengene er: Bunnefjorden, Bekkelagsbassenget, Lysakerfjorden, Bærumsbassenget og Vestfjordens hovedbasseng. Det grunneste området er Bærumsbassenget med største dyp på 30 m (Baalsrud & Magnusson 2002). Mellom bassengene går det terskler eller grunner. De mest markerte er mellom Vestfjorden og Lysakerfjorden og mellom Lysakerfjorden og Bunnefjorden, begge ca. 50 meter dype (Baalsrud & Magnusson 2002). I Vestfjorden er største dybde målt til 164 meter og i Bunnefjorden 152 meter (Miljøstatus i Norge 2006).

Vannutskiftningen mellom bassengene er begrenset.

Geologi

Oslofjorden ligger midt i det området geologer kaller Oslofeltet. Feltet, som er fra jordens oldtid, har en kompleks geologi med grunnfjell fra prekambrium og bergarter fra kambrium til perm (550-250 millioner år siden) (Miljøstatus i Norge 2006, Baalsrud & Magnusson 2002). Grunnfjell er dominerende berggrunn på østsiden av fjorden, mens kambrosilur bergarter dominerer på vestsiden (Klavestad 1967). (Se plansje 1- bilde 1a). ”Kambrosilur” områdene består hovedsakelig av sedimentære bergarter som leirskifer og kalkstein, ofte i vekslende lyse og mørke lag (Miljøstatus i Norge 2006). Osloøyene består også typisk av slik berggrunn (Klavestad 1967).

2.1.2 HYDROGRAFISKE FORHOLD

Oslofjordens hydrografiske forhold, bestemt av fysiske og kjemiske komponenter, er et dynamisk system i stadig endringer og er med på å bestemme den geografiske utbredelsen av makroalger. Makroalger må tilpasse seg de utfordringer som følger av stadige vannstandsvekslinger, og soneringen i fjæra vil derfor bestemmes av de enkelte artenes toleransegrenser ovenfor uttørring, salinitet, temperatur og lys. Strandsonen kan grovt deles inn i 3 hovedavsnitt: supralittoralen, littoralen og sublittoralen. Den øvre grense for den vertikale soneringen av makroalgevegetasjonen vil hovedsakelig bestemmes av toleranse ovenfor uttørring, mens den nedre grense vil bestemmes av den eufotiske sonen. I indre Oslofjord er spiraltang (*Fucus spiralis*) en vanlig fucus i grensen mellom supralittoralsonen og littoralsonen, mens gjelvtang (*Fucus evanescens*) er vanlig i littoralsonen. (Se plansje 1- bilde 1c). Langs Atlanterhavskysten av Europa har *Sargassum muticum* kolonisert den nedre sonen av littoralen og den øvre sublittoralen (Steen 2004).

Vannstand og tidevannsforskjell

Det er ikke bare tidevannet (styrt av tiltrekningskreftene fra solen og månen) som er årsak til vannstandsendringer. Forskjellene mellom høyvann og lavvann i indre Oslofjord påvirkes særlig av atmosfæriske og metrologiske forhold (lufttrykk og vindretning) og her har været ofte større virkning på vannstanden enn tidevannet (Sjøkartverket 2006). En endring i lufttrykket på 1mb vil endre vannstands nivået med 1 cm, hvor lavt lufttrykk vil føre til høyere vannstand, og høyt lufttrykk vil føre til lavere vannstand. Vedvarende sønnvind øker vannstanden ved å stuve opp overflatevannet i den nordlige delen av fjorden, mens nordavind senker vannstanden ved å presse overflatevann ut gjennom Drøbaksundet (Sundene 1953). I tillegg vil det smale og grunne sundet forsinke tidevannsbølgen og dermed redusere dens effekt. Vannstanden rekker dermed ikke å bli utlignet før en ny tidevannsbølge er på vei. Den største astronomiske tidevannsforskjellen i Oslo er 72 cm, mens forskjellen mellom den høyeste og laveste observerte vannstand er 300 cm.

Temperatur

Overflatevannets temperatur påvirkes av solvarme, lufttemperatur og fordampning (Baalsrud & Magnusson 2002). Uansett hvor kaldt det blir vinterstid vil ikke sjøvannet i indre Oslofjord bli kaldere enn noen få minusgrader. Deretter vil isen legge seg. Store deler av Bunnefjorden og hele Bærumsbassenget vil normalt være islagt om vinteren. (Se plansje 1- bilde 1b og 1d). I eldre tider hendte det at hele indre Oslofjord ble islagt, men dette har ikke skjedd i nyere tid. Dette kan dels henge sammen med mildere vintre og stor båttrafikk som virvler opp varmere vann (Baalsrud & Magnusson 2002).

Året 2005, for Norge sett under ett, er det sjette varmeste siden metrologisk institutt startet sine målinger i 1867 (Metrologisk institutt 2006).

Salinitetsmålinger

Saltholdighet er en viktig utbredelsesregulerende faktor for alger (Steen 2004) og distribusjonen av alger langs saltholdighetsgradienter vil bestemmes av den enkeltes art saltholdighetstoleranse.

Saliniteten i Oslofjorden bestemmes i følge Sundene (1953) av 4 komponenter:

1. Innstrømning av overflatevann fra Skagerrak.
2. Ferskvannsavrenning fra elver.
3. Temperaturen på vannet.
4. Vindens retning (hhv nordavind eller sønnavind).

Det første punktet er selvfølgelig den viktigste bidragsyteren til saltholdighetsnivået i Oslofjorden. Vannet i Skagerrak består av vann fra Atlanterhavsstrømmen (Golfstrømmen), Jylland strømmen (med vann fra Den engelske kanal og Tyskland) og ferskvannspreget vann fra Østersjøen/ Kattegat. Dette strømsystemet går rundt i en ring mot klokken (Coriolis effekten), hvor hovedstrømmen består av atlantisk vann. Dette vannet når av og til ytre Oslofjord og strømmer så videre inn til indre Oslofjord

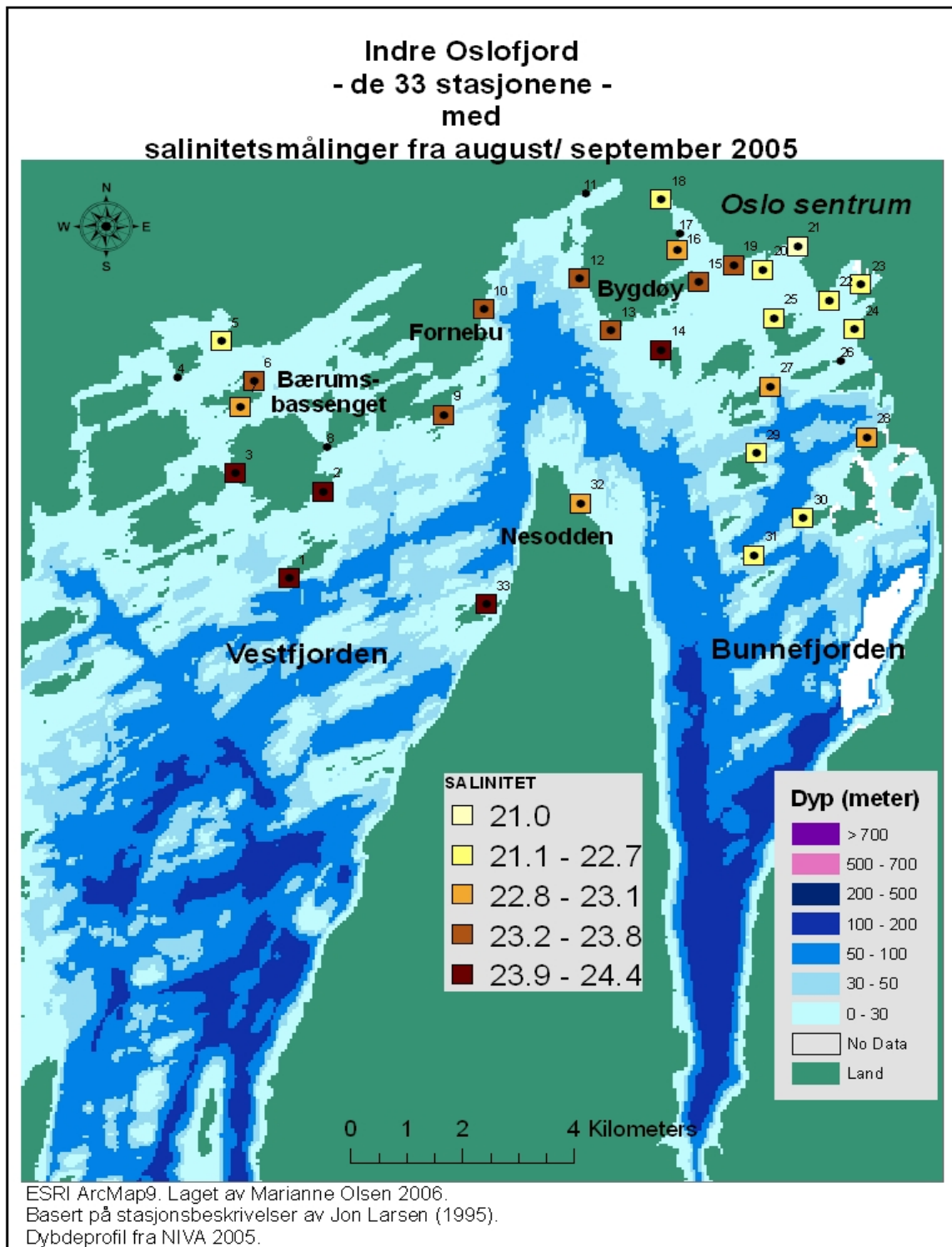
(Baalsrud & Magnusson 2002). Saltholdigheten på vannet som strømmer inn over Drøbakerskelen varierer sterkt. På vannet som ligger mellom 0 – 30 meter i Drøbaksundet har man registrert varierende saltholdighet, fra mellom ca 9 til 34.9 (Magnusson, pers.medd 2006).

Vestfjordens bunnvann skiftes normalt hver vinter, mens bunnvannet i Bunnefjorden skiftes omtrentlig hvert 3. år avhengig av de klimatologiske forholdene (Baalsrud & Magnusson 2002). Begrenset vannutskiftning i indre Oslofjord gjør området spesielt sårbart ovenfor lokal forurensning.

Det bør nevnes at Oslofjorden ikke er en ”typisk” fjord når det kommer til salinitet. Indre Oslofjord har et nedbørsfelt på 1384 km² som gir en relativt liten midlere årlig avrenning på 27 m³/s og som alene ikke vil påvirke saltholdigheten i særlig grad (Baalsrud & Magnusson 2002). Små tilførsler av ferskvann innerst i fjorden gir vannet relativt høy saltholdighet og et mer marint preg, sammenlignet med andre norske fjorder (Rueness 1973). Unntaket er Bærumsbassenget som både er meget grunt og har små åpninger med terskler på 16 meter ut mot Vestfjorden.

Bærumsbassenget blir derfor betydelig påvirket av Sandvikselva og kan få meget lav saltholdighet i øvre lag (< 10) (Baalsrud & Magnusson 2002). Bekkelagsbassenget er dypere, rundt 70 meter, og har terskler på omtrent 40 meter. Dette bassenget er mer åpent og mindre ferskvannspåvirket enn Bærumsbassenget (Baalsrud & Magnusson 2002.) (En dybdeprofil over indre Oslofjord finnes i figur 3).

For å muligens kunne forklare spredningsprosessen til de introduserte artene ble det under felt i august og september 2005 utført salinitetsmålinger med en STD (SAIV, SD 202) i det undersøkte området. Instrumentet måler salinitet, temperatur og dyp med 2 sekunders mellomrom, mens det senkes nedover vannsøylen. Resultatene fra disse målingene kan ses i figur 3.



Figur 3. Salinitetsmålinger og dybdeprofil fra indre Oslofjord august/september 2005. Stasjonene 4, 8, 11, 17 og 26 har ikke målinger. Salinitetsverdiene fremkommer som middelverdier. Stasjon 21 er den eneste stasjonen i den laveste kategorien med middelverdi 21.

(Et eksempel på hvordan salinitetsverdiene er regnet ut vises i Appendix 3. Oversikt over alle middelverdiene finnes i Appendix 5. Dybdehenvisning indikerer hvor langt målerinstrumentet sank).

Salinitetsmålingene gir et ”øyeblikksbilde” av vannkjemien på de ulike stasjonene i august/ september 2005. Det ble dessverre på enkelte stasjoner ikke utført målinger fordi det enten var for grunt til å slippe ut instrumentet eller fordi instrumentet, ved en feil, ikke hadde gjort registreringer.

Hvorvidt målingene er representative for sin lokalitet er diskutabelt. De er ikke utført på samme dag eller under samme værforhold. Stasjonene har ulike dyp og overflatelaget vil naturlig variere mer enn dypere lag. Det har heller ikke blitt registrert vindforhold under feltarbeidet. Likevel er målingene inkludert da de på mange måter ser ut til å ha fornuftige verdier. Stasjonene 1, 2, 3, 14 og 33 hører til den kategorien med høyest middelverdi (middelverdi 23,9- 24,4). Stasjonene 1,2, og 33 er lokaliteter som først vil møte den innkommende strøm av Skagerrakvann, de ligger ikke ved noe elveutløp og har relativt store dyp tett inntil. Stasjon 33 (Ildjernet) (middelverdi 24,4 ned til 5m) stemmer godt med NIVA's målinger fra nærmeste stasjon i Vestfjorden (Dk1) (Magnusson *et al.* 2006). Saliniteten, målt av NIVA, ligger på 25 ned til 10 meter i september 2005.

Stasjoner som hører til den nest laveste kategorien (middelverdi mellom 21,1- 22,7) er: 5, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 29, 30 og 31. Akerselva og Alnaelva har sine utløp ved stasjon 23 og 24. Det er også elveutløp ved stasjon 11 (Bestumkilen, ingen måling) og 18 (Frognerkilen). Det fremkommer ikke av figur 3 at Bærumsbassenget er ferskvannspåvirket av Sandvikselva, men stasjon 5 (Høvikodden) er den nærmeste stasjonen til elveutløpet. Den laveste verdien ligger ved stasjon 21 (Honnørbrygga) (middelverdi 21.0). Ved Honnørbrygga var det meget grunt (ca 2 meter) og det hadde vært en del nedbør kort tid før målingen ble gjort. Slike bakenforliggende variabler kan påvirke verdiene.

2.2 FORURENSNINGSSITUASJONEN

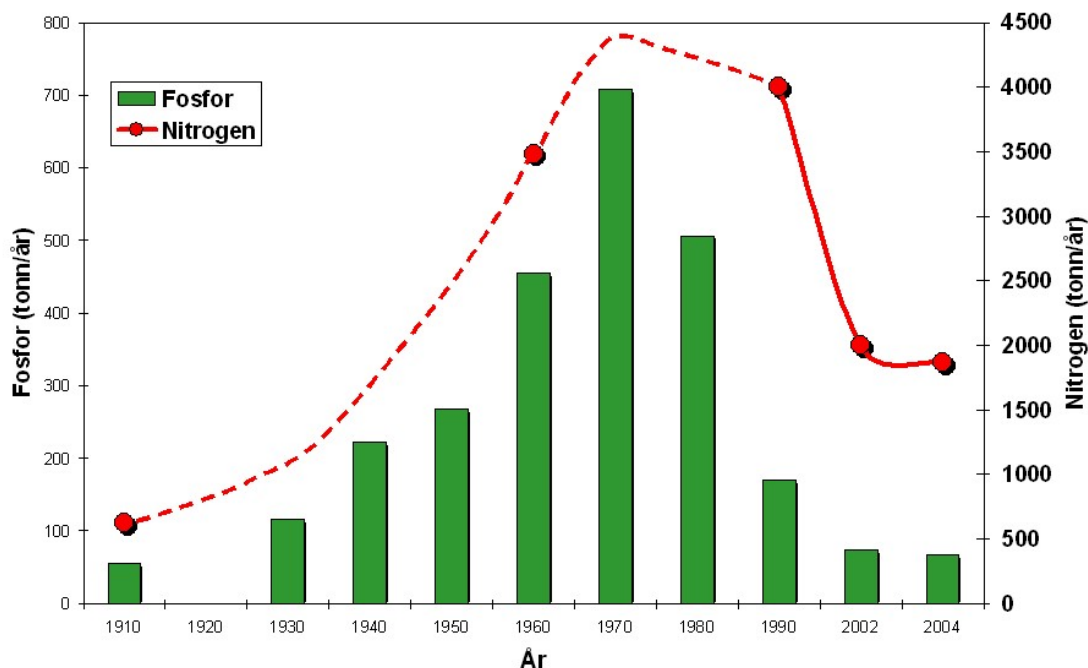
Oslofjorden er Norges viktigste transportvei, Norges viktigste område for friluftsliv og er omgitt av Norges mest trafikkerte veinett (Baalsrud & Magnusson 2002).

Samtidig tar fjorden i mot avløp fra Oslo og 10 nabokommuner (Baalsrud & Magnusson 2002).

Miljøtilstanden i fjorden har vært varierende og i 1950- 70 årene var fjorden sterkt preget av forurensning blant annet fra kloakkutslipp og avfallstoffer fra industri.

Figur 4 viser tilførsler av fosfor og nitrogen fra 1910 og frem til år 2004.

Figur 4 viser at tilførselen av fosfor og nitrogen til fjorden stiger jevnt fra 1910 frem til 1970, hvor så tilførselene når en topp (utslipp av over 700 tonn/år fosfor og omtrent 4500 tonn/år nitrogen). Under samme periode har befolkningsveksten i området rundt indre Oslofjord steget jevnt (Baalsrud & Magnusson 2002) og på 60- tallet ble det vanlig å bruke fosfatholdige vaskemidler.



Figur 4. Beregnede tilførsler av fosfor og nitrogen til indre Oslofjord 1910 til 2002. I figuren inngår også tilførsel via naturlig avrenning. Beregning av tilførsler for 2004 av Bjerkeng. (Fra NIVA rapport 5242-2006; Overvåkning av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 2005).

På slutten av 1960 tallet ble det fremlagt en rapport (Det store Oslofjordprosjektet) som konkluderte at fjorden var forurensset i alle deler og alle dyp, som et resultat av overgjødning (Baalsrud & Magnusson 2002). Effekter av overgjødning er blant annet økt planteplanktonbiomasse, redusert siktedyp (redusert eufotisk sone), økt sedimentasjon, økt oksygenforbruk, oksygensvikt og dermed redusert forekomst av bunnlevende organismer (Magnusson *et al.* 2006).

Frem til 1974 var kloakkrensningen lite effektiv med mekaniske ”renseanlegg” og dumping av slam på fjorden (Larsen 1995). I dag har vi 3 store renseanlegg med utslipp til indre Oslofjord, hhv Bekkelaget renseanlegg, Nordre Follo renseanlegg og VEAS (Norges største renseanlegg). Rensekravene til disse anleggene er hhv 90 % fosfor og 70 % nitrogen (Magnusson *et al.* 2006). Økt kunnskap om de komplekse kjemiske og biologiske prosesser som foregår i fjorden og effektive renseanlegg har gjort det mulig å reversere eutrofiutviklingen, og vi har i dag glede av en renere og friskere fjord.

2.3 ALGER SOM MILJØINDIKATORER

Sammensetningen av algefloraen har reflektert endringer i miljøtilstanden i Oslofjorden, særlig i forhold til overgjødning, som har gitt en forskyvning i konkurranseforholdet mellom ulike økologiske kategorier av alger (Sundene 1953, Rueness 1973, Bokn & Moy 95, Larsen 1995, Magnusson *et al.* 2003, Steen 2003). Eutrofiutvikling vil gi oppblomstring av hurtig voksende efemere, såkalte r-selekterte arter, som *Ulva spp.*, en slekt som raskere vil kunne utnytte økt næringstilgang enn sentvoksende makroalger som f. eks fuciales og laminariales (Rueness 1973). Med nok næringstilgang vil efemere artene vinne konkurransen om substratet og redusere biodiversiteten av makroalger. På denne måten er benthosalger velegnet som indikatorer på miljøsituasjonen i grunne kystområder (Larsen 95).

Grunnet den beskjedne tilførselen av ferskvann til den indre delen av Oslofjorden blir saltholdighetsgradienten liten. Dette gjør at man kan skille næringssalt- påvirkning fra en eventuelt ”fjord effekt” (Rueness 1973, Bokn & Moy 1995).

2.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Oslofjorden er et av de best undersøkte fjord- og havneområder i verden (Baalsrud og Magnusson 2002). Det er få områder i verden som kan vise til så tidlige ”baseline” undersøkelser og påfølgende undersøkelser gjennom mer en hundre år (Walday *et al.* 2005).

Det foreligger registreringer av makroalgevegetasjonen i Oslofjorden tilbake til 1890-årene utført av Gran (1897) og man antar at fjorden på den tiden var nær naturtilstanden, dvs. uten særlig grad av antropogen påvirkning (Larsen 1995). Gran (1897) undersøkte brun- og rødalgevegetasjonen i Oslofjorden somrene 1893 og 1894. De algologiske undersøkelsene ble hovedsakelig utført ved Drøbaksundet, men registreringer ble og gjort i ytre og indre Oslofjord. Gran benyttet også herbariemateriale innsamlet av professorene N.M. Blytt, F.C Schübeler, og N. Wille. Materialet var gjennomgått av konservator M. Foslie, og oppbevares på Botanisk museum i Oslo.

Sundene (1953) gjennomførte en omfattende kartlegging av algevegetasjonen fra ytre Oslofjord til Nesoddtangen i løpet av periodene 1940-42 og 1947- 52. Den innerste lokaliteten som Sundene undersøkte (Ildjærnsflu) sammenfaller med stasjon 33 (Ildjærnet) i dette studiet. Undersøkelsene til Sundene pågikk gjennom alle årstidene og utbredelsen av makroalger ble diskutert i forhold til ulike miljøfaktorer som salinitet, lys og forurensning.

I følge Larsen 1995:

Grenager (1957) undersøkte algevegetasjonen i den forurensningsbelastede nordenden av fjorden: Bærumsbassenget, Lysakerfjorden, Oslo havn, Oslo- øyene og et lite stykke inn i Bunnefjorden. Han samlet materiale sensommer 1945 til oktober 1946. Herbariebelegget oppbevares nå ved Botanisk museum i Oslo.

Klavestad (1967) deltok i UiOs og NIVAs samarbeidsprosjekt ” Oslofjorden og dens forurensningsproblemer”, som ble startet i 1962. Undersøkelsene ble utført fra 1962-1964 og omfatter 101 undersøkte stasjoner fra Filtvet (ytterst i Drøbaksundet) til Mien innerst i Bunnefjorden.

Larsen (1995) gjorde en detaljkartlegging av makroalgevegetasjonen i indre Oslofjord ved 31 lokaliteter. Disse stasjonene strekker seg fra Gåsøya i Vestfjorden til Nordre Skjærholmen i Bunnefjorden. (Se figur 5). Undersøkelsen viser at *S. muticum* ikke fantes i indre Oslofjord i 1995, men det første funnet av *Dasya baillouviana* ble gjort på stasjon 7 i Bærumsbassenget.

De fremmede artene er overraskende nok på nåværende tidspunkt ikke registrert av overvåkningsprogrammet for indre Oslofjord. Det er foretatt 13 undersøkelser fra 1974 til 2000 (Magnusson *et al.* 2003) hvor ruteanalyser på 8 stasjoner (dyp fra 0-1 meter) fra Filtvet til Bunnefjorden (Haslumtangen) er undersøkt. Sist undersøkelse av makroalger ble utført av overvåkningsprogrammet i 2002 (Magnusson *et al.* 2003). Under sistnevnte undersøkelse ble *Sargassum muticum* observert ved 2 av stasjonene (hhv stasjonene R3 og R5), men ikke i arealet til selve ruteanalysen og er derfor ikke nevnt i rapporten (pers. medd. Tone Kroglund 2006)

Ved universitetet i Oslo (avdeling for Marin biodiversitet) er det skrevet 2 Cand. scient oppgaver om *S. muticum*; Steen (1992) og Bjærke (2000), som omhandler populasjoner fra ytre Oslofjord.

Det foreligger ikke publiserte undersøkelser over kartlegging av *S. muticum* fra indre Oslofjord, men Bjærke (2004) gjorde feltregistreringer av både *S. muticum* og *D. baillouviana* i 2001 og 2002.

3. MATERIALE OG METODE



ESRI ArcMap9.2006. Laget av Marianne Olsen 2006.
Koordinater basert på stasjonsbeskrivelser av Jon Larsen (1995).

Stasjoner:

- | | | |
|------------------|-------------------|------------------------|
| 1. Gåsøya | 12. Bygdøy vest | 23. Akerselva |
| 2. Flisbukta | 13. Huk | 24. Grønlikaia |
| 3. Store Ostsund | 14. Nakkholmen | 25. Hovedøya |
| 4. Kalvøya | 15. Bygdøynes | 26. Bleikøya |
| 5. Høvikodden | 16. Dronninghavna | 27. Gressholmen |
| 6. Borøya nord | 17. Oscarshall | 28. Ormøya |
| 7. Borya sør | 18. Frognerkilen | 29. Nordre Langøy |
| 8. Lille Ostsund | 19. Filipstadkaia | 30. Malmøykalven |
| 9. Møkkalassene | 20. Tjuvholmen | 31. Nordre Skjærholmen |
| 10. Fornebu | 21. Honnørbrygga | 32. Nesodden Øst |
| 11. Bestumkilen | 22. Utstikker 2 | 33. Ildjernet |

Figur 5. De 33 stasjonene som er undersøkt i indre Oslofjord.

3.1 FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsene er konsentrert omkring de 31 stasjoner som tidligere er kartlagt i detalj av Larsen (1995) og som delvis er sammenfallende med lokaliteter fra tidligere undersøkelser Grenager (1957), Klavestad (1967) og av NIVA, gjennom overvåkningsprogrammet for indre Oslofjord (1973 til 2006). Det ble i tillegg til Larsens stasjoner lagt til 2 lokaliteter (stasjon 32 og 33) på hver side av Nesodden. (Se figur 5 for oversikt over stasjonene).

Feltarbeidet kan deles inn i 2 perioder:

1. Sensommeren august/september 2005 hvor alle 33 stasjonene ble undersøkt.
2. Høsten (oktober) 2005, vinteren (mars) 2006, våren (mai) 2006 og sommeren (juni) 2006, hvor kun et utvalg av stasjonene ble undersøkt.

Disse periodene vil herfra bli referert til som feltperiode 1 og 2.

Det ble i tillegg gjort noen feltundersøkelser på stasjon 13 (Huk) utenfor disse periodene.

3.2 UNDERVANNSVIDEOKAMERA

Undersøkelsene av *S. muticum* og *D. baillouviana* i indre Oslofjord har blitt utført ved hjelp av undervannsfargevideokamera (AUC 330pcir). Dette er et meget hendig og lite kamera med en lengde på 11,5 cm og en diameter på 5,5 cm.

Kameraet benytter en Sony CCD "camera chip" (pers. medd. Trond Sande 2007) og har en oppløsning på 420 TVL (TV linjer) (480 TVL som opsjon) og en vidvinkel på ca. 60 grader (Tronitech AS 2006). Det er et såkalt "drop" kamera, som fires nedover vannsøylen festet til en kabel. (Se plansje 2- bilde 2b). Opprinnelig var kabelen 100 meter, men til vårt bruk var det kun nødvendig med en lengde på 30 meter, slik at kabelen ble kappet. Kamerahuset har innebygget lys og en lysbryter gjør det mulig å styre lyset fra båten. Man kan velge mellom 2 typer lys, vanlig lys og infrarødt.

Kameraet får strøm fra et 12 volts batteri som ligger i en vanntett koffert. For å kunne

se undervannsopptakene på stedet, koblet man til et vanlig digitalt videokamera (Canon MVX 200i). Skjermen på det digitale videokamerat ble brukt som monitor. Strømtilførselen til det digitale videokameraet kommer fra kameraets eget batteri (4V). All undervannsfilming ble tatt opp på DV kassetter som senere ble overført til pc.

Under feltperiode 1 ble det grunnet tekniske problemer med modellen AUC 330pcir, tatt i bruk et reservekamera av typen AUC330pc. Reservekameraet innehar en Hitachi CCD "camera chip" og manglet infrarødt lys, men har lik oppløsning som førstnevnte modell.

Kontinuerlig gjennom feltarbeidet ble det gjort oppgraderinger både for å bedre kvaliteten på opptakene og øke brukervennligheten på utstyret. Endringene som ble gjort er fremstilt i tabell 1.

Tabell 1. Endringer på undervanns videokameraet og tilbehør.

Utførte endringer på undervanns videokamera og tilbehør	Funksjon:
"Referansestang"	Indikere størrelsesforhold
"Landingsfot" til kamerahuset og ramme foran linseglasset	Dempe støt mot bunnen og beskytte linseglasset
Styrings stang (3 meter) festet til kabel	Holde kameraet rolig under opptak
Plugger på kofferten	Gjør at man kan holde lokket lukket mens man filmer, beskytter utstyr mot vannsøl etc.
Monitor (ca 7")	Større monitor gjør det lettere å se på opptakene mens man tar opp

Opptak fra begge feltperiodene er brent på CD-er som er lagt ved masteroppgaven (se Appendix 8 og 9, hhv Feltperiode 1 & 2). Opptakene er klippet og redigert i

softwareprogrammet Windows Moviemaker. Filmene var opprinnelig på 11 timer, men har blitt klippet og redigert ned til sammenlagt 70 minutter. CD-er med uredigert film oppbevares ved Avdeling for Marin Biodiversitet, Universitetet i Oslo.

3.2.1 FELTPERIODE 1

Feltarbeidet ble påbegynt 1.august 2005. I løpet av sensommeren skulle 31 stasjoner undersøkes for tilstedeværelse av *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana*.

En liten båt (12") ble brukt som fremkomstmiddel. Lokalitetene fra Jon Larsens (1995) Cand. scient oppgave ble gjenfunnet ved hjelp av vedlagte kart, stasjonsbeskrivelser og lysbilder. Ved hver stasjon ble den geografiske posisjonen bestemt ved hjelp av en håndholdt GPS (Garmin, GPSMAP 76C). De geografiske koordinatene er kun ment som et referansepunkt for lokaliteten og avgrenser ikke et bestemt areal. Alt feltarbeid ble gjort fra båten og lengden på strandsonen på hver stasjon er ikke oppmålt.

Undervannsopptakene er hovedsakelig av littoral- og sublittoralsonen, hvor *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana* oppholder seg. Søk etter algevegetasjon ble gjort ved hjelp av vannkikkert, rive og kasterive. Hvis man ikke fikk opp algene med rive eller så algen in situ, ble den notert som ikke tilstede, såfremt ikke undervannsopptak tydelig motbeviste dette.

Et feltskjema ble fylt ut på hver stasjon hvor stasjonens "karakter" som f. eks terrenguro, substrat og himmelretning ble notert. (Se Appendix 2 og 5 for oversikt over alle stasjonsbeskrivelser). Terrenguro og substrat ble klassifisert etter forhåndsbestemte kategorier. (Se tabell 2 for kategoriinndeling av substrat og terrenguro). Klassifiseringen ble hovedsakelig gjort etter skjønn in situ, men også under gjennomgåing av videoopptakene fra stasjonene. Det ble sporadisk utført lengdemålinger av *S. muticum* individer som var fanget med rive.

Det ble gjort undervannsopptak av samtlige stasjoner med funn av *S. muticum*. På stasjoner med svært dårlig sikt, eller uten algevegetasjon ble det ikke foretatt undervannsopptak.

Tabell 2. Kategorier av substrat og terrenguro.

Substrat:	Terrenguro:
<ul style="list-style-type: none"> • Fjell/ Blokk • Stein (2-100 cm) • Sand/Grus (0-2cm) • Skjellsand • Bløtbunn 	<ul style="list-style-type: none"> • Flatt • Svakt skrått • Bratt • Jevnt • Ruglete

S. muticum og *D. baillouviana* ble registrert og mengdeangitt subjektivt i forhold til en 5 trinns semikvantitativ skala (tabell 3). Denne skalaen er basert på Larsens mengdeangivelse (1995).

Tabell 3. Subjektiv semikvantitativ mengdeangivelse (basert på Larsen (95)).

Kategori	Definisjon
Ikke tilstede	
Sjelden (Sj)	1-3 individer.
Spredt (S)	Mer enn 3 individer.
Vanlig (V)	Hyppig forekommende, uten å danne et sammenhengende dekke.
Dominerende (D)	Et sammenhengende dekke over store deler av lokaliteten.

S. muticum lar seg artsbestemme på stedet, men individer man antok var *D.*

baillouviana ble fraktet i beholder for nærmere undersøkelse i mikroskop. Alger som ble fraktet tilbake til lab foreligger som beleggmateriale i form av pressede eksemplarer.

Alle stasjonskoordinatene er lagt inn softwareprogrammet ESRI® ArcMap™ 9.0 slik at de undersøkte lokalitetene kan fremstilles på kart. (Se Appendix 4 for oversikt over alle stasjonskoordinatene).

3.2.2 FELTPERIODE 2

Formålet med feltperiode 2 var å dokumentere årssyklusen til *S. muticum* i indre Oslofjord. 8 av de 33 stasjonene, som ble undersøkt i feltperiode 1, ble besøkt ytterligere 3 ganger (hhv oktober 2005, mars 2006 og mai 2006). (Se Appendix 7 for datoer og Appendix 9).

Stasjoner som inngår i feltperiode 2 er:

- Møkkalassene (stasjon 9)
- Fornebu (stasjon 10)
- Bygdøy vest (stasjon 12)
- Huk (stasjon 13)
- Nakkholmen (stasjon 14)
- Bygdøynes (stasjon 15)
- Bleikøya (stasjon 26)
- Gressholmen (stasjon 27)

Stasjonene i feltperiode 2 ble valgt ut på følgende grunnlag:

- Det var blitt funnet *S. muticum* der under feltperiode 1.
- Praktisk å kjøre i mellom med båt.
- Ved 5 av stasjonene var også *Dasya baillouviana* funnet under feltperiode 1.
(Se Appendix 5 for forekomst av *Dasya baillouviana*).

Under feltperiode 2 var det lagt like mye vekt på å dokumentere årssyklus hos *S. muticum* som å utarbeide en god metode for videodokumentering av makroalger. Det ble kontinuerlig gjort forbedringer på undervannskamera og dets tilbehør for å øke anvendeligheten og kvaliteten på metoden. Det ble også utført en undersøkelse i mai 2006 hvor man benyttet en ROV (Seapup) (se plansje 2 – bilde 2d) som ble styrt fra Universitetets forskningsfartøy F/F Trygve Braarud.

Det ble og foretatt noe mikroskopering på lab under feltperiode 2, i søk etter fertile individer av *S. muticum*. Bilder fra lab er tatt med et digitalkamera (Nikon Coolpix 990).

3.2.3 KVANTIFISIERING AV *SARGASSUM MUTICUM*

6.juni 2006 ble det gjennomført et forsøk med formål å kvantifisere mengden *S. muticum* ved stasjon 9 (Møkkalassene) over et avgrenset område. Stasjonen ble valgt ut fordi den har en jevn og flat grunn og mengdeangivelsen av *S. muticum* var bestemt til vanlig (dvs. hyppig forekommende uten å danne et sammenhengende dekke). Dette er ikke nøyaktig samme lokalitet som stasjon 9 refererer til, da det var nødvendig med en grunnere lokalitet for å legge ut stengene. De geografiske koordinatene på denne lokaliteten er:

N°59 52. 664, E° 010 37.346

registrert med en håndholdt GPS (Garmin, GPSMAP 76C) midt i arealet.

For å avgrense stasjonen og beregne areal, ble to stenger på 4.3 meter lagt på bunnen av den utvalgte lokaliteten. På hver stang var det festet 3 flottører som skulle gjøre det mulig å se hvor stengene lå, og være referansepunkt for filmingen. (Se Appendix 9). Lengden mellom stengene ble målt opp på land og avstanden ble målt til 8.5 meter. Arealet var derfor:

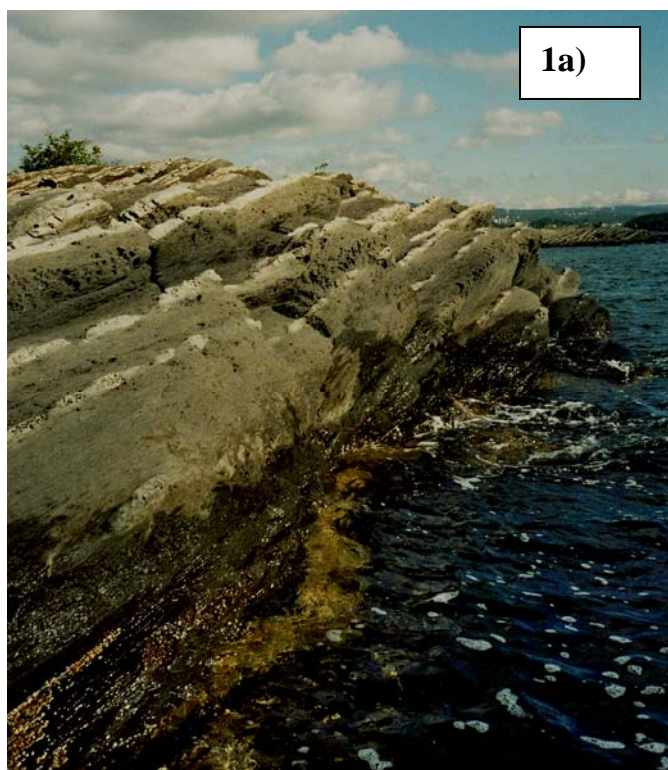
$$4.3 \text{ meter} \times 8.5 \text{ meter} \approx 37 \text{ m}^2$$

Opptakene ble gjort fra en liten båt (12”), mens man rodde fra flottør til flottør. På denne måten skulle man rekke over nesten hele arealet og forhåpentligvis få med hovedandelen av populasjonen på film. Senere skulle antall individer av *S. muticum* bli telt opp ved gjennomgang av opptaket.

3.3 GIS (GEOGRAFISK INFORMASJONS SYSTEM)

GIS er et databasert programverktøy som kan behandle, håndtere og analysere romlig informasjon (“spatial information”). Enkelt forklart handler GIS om å sette dataverdier i sammenheng med geografisk beliggenhet. I dette prosjektet ble software programmet ESRI® ArcMap™ 9.0 benyttet for å fremstille kart med funn av *S. muticum* og *D. baillouviana*. Hver stasjon er som tidligere nevnt registrert med stasjonskoordinater. For å legge de geografiske posisjonene inn i softwareprogrammet ESRI®Arc Map™ 9.0 ble de omgjort til desimalgrader. (Se Appendix 4 for detaljer). Desimalgradene ble så plottet inn i en ”shapefil” over Oslofjorden.

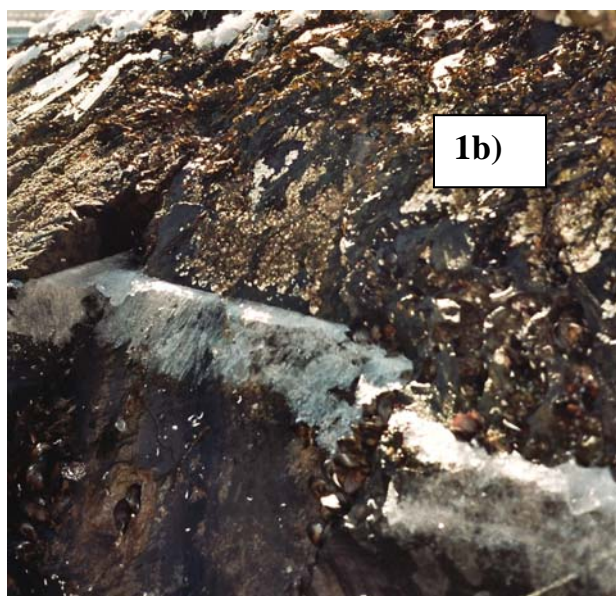
I utgangspunktet var det ønskelig med kart med så høy oppløsning at man kunne fremstille den vertikale soneringen tredimensjonalt på hver stasjon. Dette viste seg å ikke være gjennomførbart grunnet mangel på kart med tilstrekkelig oppløselighet. Det endelige kartet er temmelig enkle i forhold til den opprinnelige ideen, men er likevel et skritt på vei til å benytte dataverktøy i sammenheng med kartlegging av makroalgevegetasjon.



1a)



1c)



1b)



1d)

1a) Skiftende lyse og mørke partier med kalkskiferfjell. Stasjon 10, Fornebu (24.aug 05).

1b) Isrand på stasjon 26, Bleikøya (13.mars 06). Algevegetasjonen er skurt vekk av isen. Gjeltang- beltet (*Fucus evanescens*) finnes over isranden.

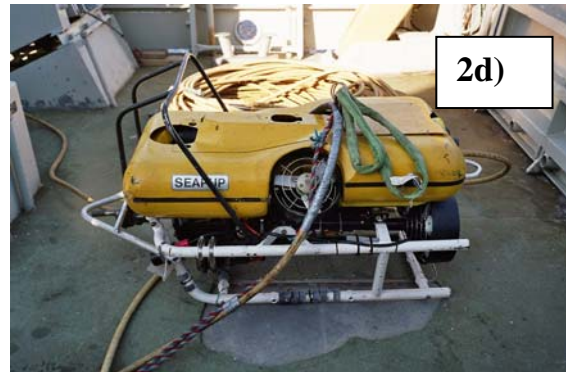
1c) Stasjon 14, Nakkholmen (22.aug 05). Øverst et tykt belte med spiraltang (*Fucus spiralis*), etterfulgt av gjeltang (*Fucus evanescens*), den vanligste fucusen i indre Oslofjord.

1d) Vinteren 2006 la det seg is i enkelte områder i Havnebassenget, som her på Hovedøya. (Bildet er tatt 13.mars 06).

Plansje 2



2a)



2d)



2b)



2e)



2c)



2f)

2a) *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, stasjon 28 Ormøya, 1.august 2005.

2b) Undervannskamera (AUC 330 pcir) som er brukt på mange av opptakene, se Appendix 8 og 9. Stangen som er festet til kamerahuset og den lille monitoren ved siden av er ekstra tilbehør, som ikke hører med modellen.

2c) *S. muticum* fanget med kasterive ved stasjon 32, Nesodden øst, 16. september 2005.

2d) En ROV (Seapup) (remotely operated vehicle) ble brukt i feltperiode 2, se Appendix 9.

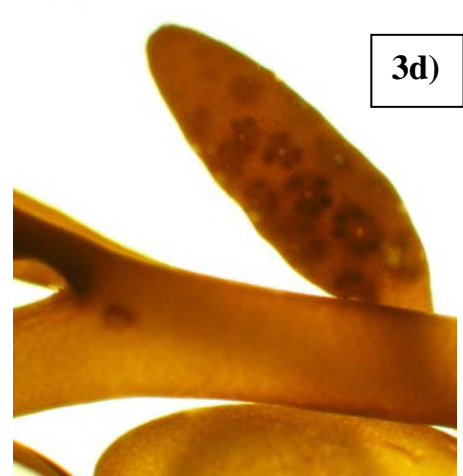
2e) Et kvantiserings forsøk ble utført på stasjon 9, Møkkalassene 6.juni 2006.

2f) Rødalgen *Dasya baillouviana*. Foto: Jan Rueness.

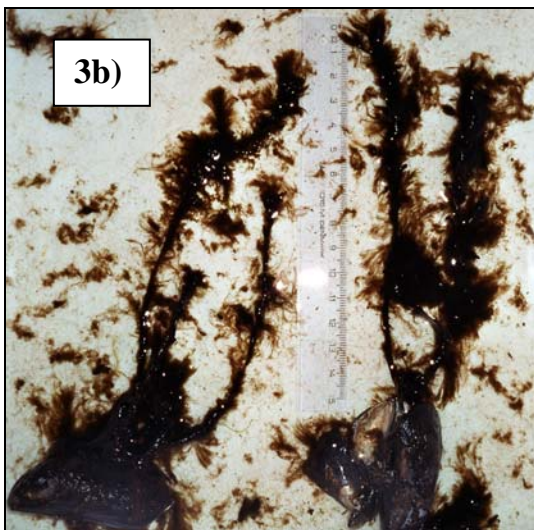
Plansje 3



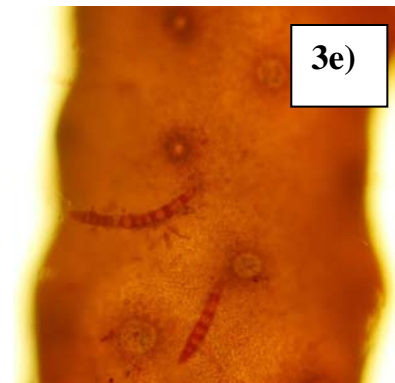
3a)



3d)



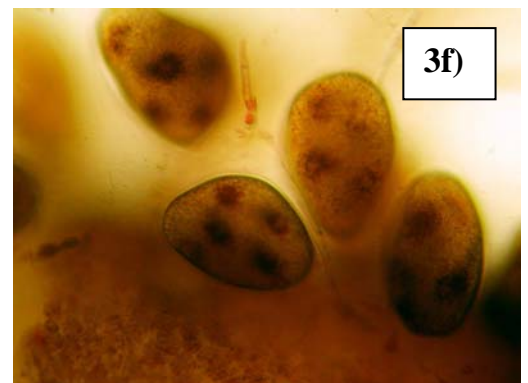
3b)



3e)



3c)



3f)

3a) Den flerårige festestilkene til *Sargassum muticum* ved stasjon 12, Bygdøy vest, 27. oktober 2005. Festestilkene sitter fast på stein og er mellom 5-10 cm høye.

3b) Festestilker med ettårige skudd dekket av bentiske diatomeer. Sitter fast på blåskjell. Linjalen er 15 cm. Hentet fra stasjon 13, Huk, 27.mars 2006.

3c) Flyteblære og to reseptakler (et reseptakkelinitial ved basis av en luftblærestilk og en mer utviklet reseptakkel med synlige konseptakler). (2.5X). Fra stasjon 13, Huk, juli 2006.

3d) Reseptakkel med oogonier godt synlig på innsiden av konseptaklene (4X). Fra stasjon 13, Huk, juli 2006.

3e) Reseptakkel med påvekst av *Ceramium* spp. som er en vanlig epifytt på *S. muticum* (10X).

f3) Oogonier av *S. muticum*. (20X).

4. RESULTATER

4.1 FELTUNDERSØKELSENE

Utbredelsen av *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana* er fremstilt på figur 6. I Appendix 5 finner man tabell over tilstedeværelsen og mengdeangivelsen av de to artene fra feltperiode 1. To CD-er med undervannsopptak er lagt ved som Appendix 8 (Feltperiode 1) og Appendix 9 (Feltperiode 2). I Appendix 6 og 7 finner man minutt henvisning for orientering til opptakene. Filmene er på sammenlagt 70 minutter av totalt 11 timer med råtape. Dette betyr at mye av opptakene er klippet vekk. Redigering og klipping var helt nødvendig, og kun klipp som gir meningsfylt informasjon er spart.

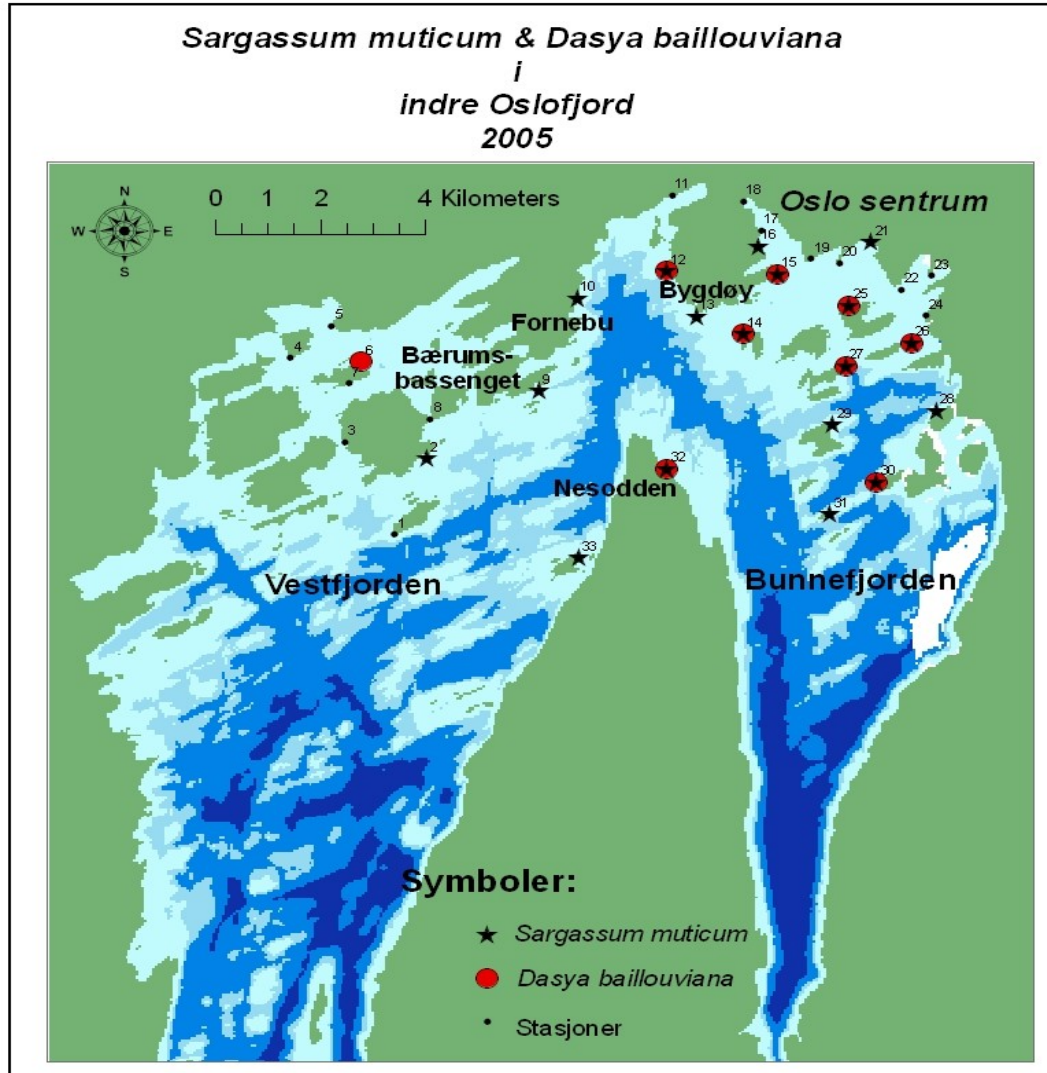
13 stasjoner har ikke undervannsopptak i Appendix 8. (Se tabell 4). Dette kommer til dels av tekniske problemer og at dårlig sikt og mye ”snurring” på kamera har gjort noen av opptakene utydelige.

Tabell 4. Stasjoner som ikke har undervannsopptak på fra Feltperiode 1. (Se Appendix 8).

Antall	Stasjonsnummer	Stasjonsnavn
1	3	Store Ostsund
2	4	Kalvøya
3	6	Borøya nord
4	7	Borøya sør
5	11	Bestumkilen
6	13	Huk
7	14	Nakkholmen
8	16	Dronninghavna
9	18	Frognerkilen
10	20	Tjuvholmen
11	23	Akerselva
12	24	Grønlikaia
13	30	Malmøykalven

I Appendix 9 er opptak fra 7 av de 8 stasjonene inkludert. Stasjon 26 (Bleikøya) er ikke tatt med på filmen, grunnet dårlige bilder.

4.2 FELTPERIODE 1



ESRI ArcMap9. Laget av Marianne Olsen 2006.
Basert på stasjonsbeskrivelser av Jon Larsen (1995).
Dybdeprofil fra NIVA 2005.

Figur 6. Registreringer av *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana* i august og september 2005. *S. muticum* (symbolisert med stjerne) er funnet på 18 av 33 stasjoner, mens *D. baillouviana* (symbolisert med rød prikk) er funnet på 9 av 33 stasjoner.

4.2.1 FOREKOMST AV *SARGASSUM MUTICUM*

Sargassum muticum er observert på 18 av 33 stasjoner i indre Oslofjord. (Se figur 6). Hovedutbredelsen er i den østre delen av det undersøkte området som Bekkelagsbassenget og Bygdøy. Den er vanlig i den nedre littoralsonen og i øvre sublittoralsonen, hhv fra 1- 4 meters dyp, ofte i tette populasjoner. Spredte individer av *S. muticum* er også observert i den i den nedre delen av sublittoralen, men da gjerne enkeltvis eller i små grupper. Den var som oftest dekket av epifytter (se f. eks Appendix 8: stasjon 29) og lett å få øye på i vannet.

På stasjonene **12** (Bygdøy vest), **13** (Huk), **15** (Bygdøynes), og **25** (Hovedøya) er mengdeangivelsen av *S. muticum* satt til dominerende i sublittoralsonen. På stasjon 15 og 25 hadde populasjonene dannet et sammenhengende belte på flere hundre meter. Felles for disse beltene var små åpninger i populasjonene der substratet besto av grus eller sand.

På stasjonene **9** (Møkkalassene), **14** (Nakkholmen), **26** (Bleikøya), **32** (Nesodden Øst) og **33** (Ildjernet) ble *S. muticum* mengdeangitt som vanlig.

Stasjonene **2** (Flisbukta), **10** (Fornebu), **27** (Gressholmen), **28** (Ormøya), **29** (Nordre Langøy), **30** (Malmøykalven) og **31** (Nordre Skjærholmen) hadde spredt forekomst av *S. muticum*.

På stasjonene **16** (Dronninghavna) og **21** (Honnørbyrgga) er mengdeangivelsen bestemt til sjelden.

Bortsett fra Honnørbyrgga var den ellers ikke å se ved Oslo Havn. Ved stasjonene: **1** (Gåsøya), **11** (Bestumkilen), **17** (Oscarshall), **18** (Frognerkilen), **22** (Utstikker 2), **23** (Akerselva), **24** (Grønlikaia) og samtlige stasjoner i Bærumsbassenget ble fastsittende individer av *S. muticum* ikke observert.

S. muticum har blitt observert kun på hard substrat slik som større stein og fjell, men og blåskjell og småstein. Kategoriene sand/grus (0-2 cm), skjellsand og bløtbunn ser ikke ut til å være substrat som kimplanter av *S. muticum* kan feste seg til.

Det ble også i området mellom stasjon 12 (Bygdøy vest) og stasjon 13 (Huk) observert store mengder drivende grener av *S. muticum*. Noen mindre kvaster ble observert i Bestumkilen og ved Kalvøya. Slike flytende grener er en effektiv spredningsmekanisme, spesielt i augustmåned når algen er fertil.

4.2.2 FOREKOMST AV *DASYA BAILLOUVIANA*

Dasya baillouviana ble funnet på 9 av 33 stasjoner. (Se figur 6). Den er observert på relativt grunne lokaliteter fra 1-3 meter og er ofte sett stående sammen med *S. muticum*.

Den er mengdeangitt som dominerende på stasjon **14** (Nakkholmen), hvor den sto sammen med *S. muticum*, men var hyppigere forekommende. Den fantes på 1- 2 meters dyp. På denne stasjonen er substratet satt til stein, og grunnet båttrafikk er denne stasjonen relativt eksponert for bølger.

D. baillouviana ble funnet fastsittende i Bærumsbassenget på stasjon **6** (Borøya nord) hvor den ble mengdeangitt som vanlig. I tillegg ble den observert på flere lokaliteter utenfor stasjonsområder (f. eks ved stasjon 3), noe som indikerer at den har spredd seg i Bærumsbassenget siden det første funnet av Larsen (1995).

Den var og vanlig på stasjonene **12** (Bygdøy vest), **15** (Bygdøynes), **25** (Hovedøya) og **26** (Bleikøya), mens den på stasjonene **27** (Gressholmen), **30** (Malmøykalven) og **32** (Nesodden øst) var av spredt forekomst.

Den ble ikke funnet på noen av stasjonene som vender ut mot Vestfjorden, ei heller ved Fornebu, Bestumkilen, Frognerkilen eller på stasjonene i Oslo Havn.

Overraskende nok ble den heller ikke funnet på stasjon 7 (Borøya syd), enda dette var lokaliteten for det første funnet av *D. baillouviana* i indre Oslofjord gjort av Larsen (1995).

4.2.3 UNDERVANNSOPPTAK FRA FELTPERIODE 1

Undervannsopptakene fra feltperiode 1 (se Appendix 8), ble til dels både gode og dårlige. De beste bildene er opptak hvor kameraet holdes rolig (se opptak fra stasjon 29) med lite reflekterende sollys og bruk av modellen med infrarødtlys (IR lys). Det skal helst være god sikt og lite partikler i vannet.

På de første opptakene er det 2 gule ”prikker” på hver side av kameralinsen (se tabell 1 for endringer som er gjort på kamera). Dette var et forsøk på å gi en slags referanse til størrelsesforhold, men dette fungerte ikke, så den ble fjernet.

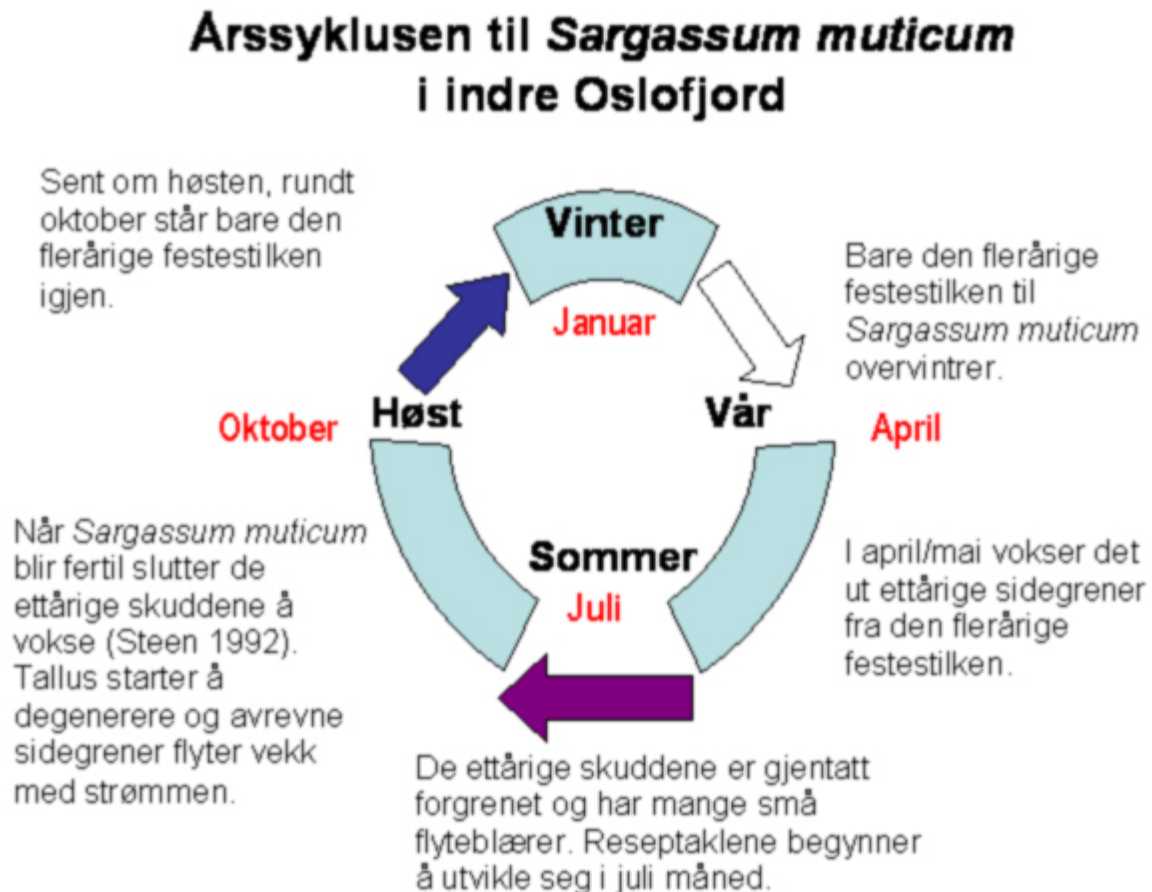
Grunnet tekniske problemer med kamera midt i feltperiode 1 måtte vi bytte modell, og mange av opptakene er derfor utført uten IR lys. Disse opptakene er noe uklare, selv om begge modellene har samme oppløsning. Det konkluderes derfor at IR lys er å foretrekke ved undervannsvideoopptak av makroalger.

Det var vanskeligere å peke ut *D. baillouviana* på opptakene, enn *S. muticum*.

I redigeringsprogrammet Windows Moviemaker er det flere funksjoner som gjør at man kan endre på bildene. Mange av opptakene er derfor i sakte tempo, slik at det er lettere å få med seg makroalgene som vises.

4.3 FELTPERIODE 2

Feltperiode 2 omhandler hovedsakelig årssyklusen til *S. muticum*, men det skal nevnes at *Dasya baillouviana* ikke ble sett under hele denne perioden.



Figur 7. Årssyklusen til *Sargassum muticum* i indre Oslofjord. Basert på observasjoner under feltperiode 2, mikroskopiering og Steen 1992.

4.3.1 ÅRSSYKLUSEN TIL *SARGASSUM MUTICUM* I INDRE OSLOFJORD

Se figur 7 for skjematisk fremstilling av årssyklusen til *S. muticum* i indre Oslofjord.

Ved første feltundersøkelse i feltperiode 2 (27.oktober 2005) var det den flerårige festestilkene til *Sargassum muticum*, som hovedsakelig sto igjen av algen. Flere av disse festestilkene hadde fortsatt noen ettårige grener, men disse var uten blærer og blader. (Se Appendix 9). Det var øyensynelig ikke noen forskjell mellom de 8 ulike stasjonene som ble undersøkt. Ut fra dette konkluderer jeg at det ettårige talli er revet vekk og oppløst sent oktober i indre Oslofjord.

På stasjon 13 (Huk) vokste festestilkene til *S. muticum* i en tett bestand, øyensynelig uten andre fucus arter i mellom. (Se Appendix 9). Denne populasjonen er bestemt til dominerende og har er den tetteste populasjonen av *S. muticum* observert over hele det undersøkte området. Populasjonen er filmet fra omtrentlig 1- 4 meter over et område på omtrentlig 50 m², hvor *S. muticum* dominerer den øvre sublittoralsonen. Ser man nøye etter på substratet ser man også at mye av bergrunnen er dekket av kalkalger. Det har vært diskutert hvorvidt *S. muticum* kan feste seg til sekundært substrat som f. eks kalkalger (Wernberg *et al.* 1998), og ut fra opptaket kan det konkluderes at *S. muticum* på denne lokaliteten slår seg ned på bart hardt substrat som ikke fra før er dekket av kalkalger.

S. muticum har meget rask vekst i månedene juni til august (pers.obs. 2006). Opptak fra feltperiode 2 (kvantifiseringsforsøket) viser festestilkene til *S. muticum* ved stasjon 9 (Møkkalassene) i juni 2006. Der ser man at de ettårige grenene fortsatt er relativt korte, sammenlignet med august opptaket fra året før, hvor *S. muticum* er omkring 1 meter og rikt forgrenet. Ut fra dette konkluderer jeg at hovedperioden for vekst av tallus hos *S. muticum* i indre Oslofjord skjer i perioden juni til august. Dette støttes også av pressede belegg fra feltundersøkelsene.

Jeg observerte reseptakkeldannelse i juli, men ikke oogonieeksponering. Inndelingen av de ulike fasene i årssyklusen til *S. muticum* er derfor en relativt grov. Det konkluderes dermed at grunnet reseptakkeldannelse hos individer av *S. muticum* i juli, er de med stor sannsynlighet fertile i august.

4.3.2 UNDERVANNSOPPTAK FRA FELTPERIODE 2

Ved feltundersøkelsen 27. oktober 2005 er ingen endringer utført på kameramodellen AUC 330 pcir (med IR lys). Bildene fra stasjon 14 (Nakkholmen), 13 (Huk), 12 (Bygdøy vest) og 9 (Møkkalassene) er relativt bra av 3 grunner: gode lysforhold, lite partikler i vannet og at man rör mens man filmer.

Det er utført endringer på nevnte kameramodell før undersøkelser i mars 2006 (se tabell 1), men opptakene ble ikke så gode som man hadde håpet av 2 grunner: sollys blander for kamera og bentiske diatomeer har dekket makroalgevegetasjonen på samtlige stasjoner. En stang på 3 meter festet til en ramme på kamerahuset begrenser fleksibiliteten i forhold til opptak i dypet, men alt i alt ble bildene klarere da kamerahuset kan holdes rolig under filmingen.

Fra Universitetets forskningsfartøy F/F Trygve Braarud ble det i mai 2006 brukt en ROV i kartleggingen av årssyklusen til *S. muticum*. (Se Appendix 9).

Filming med ROV hadde flere fordeler som;

1. Lett å registrere nedre voksegrense for makroalger.
2. Dybdemålinger er kontinuerlig tilgjengelig.
3. Man følger kontinuerlig med på monitor under filmingen og kan stoppe opp ved ”interessante funn”.

Konklusjonen ved bruk av ROV som verktøy i kartlegging av makroalger er at ”apparatet rundt” blir for stort i forhold til informasjonen man sitter igjen med. ROV'en krever mye strøm, og mannskap må til for å styre og manøvrere maskinen. Det var i tillegg vanskelig å orientere seg i forhold til stasjonskoordinater og motoren

virvlet stadig opp partikler fra substratet, noe som reduserte sikten. Man kan heller ikke fange opp algeprøver fra der ROV'en befinner seg.

Jeg konkluderer dermed at bruk av ”drop” kamera er bedre egnet til kartlegging av makroalger.

4.3.3 KVANTIFISERING AV *SARGASSUM MUTICUM*

For å kunne sammenligne forekomsten av makroalger fra år til år, er det nødvendig å ha en ”målestokk” å sammenligne med. Subjektiv mengdeangivelse kan gi unøyaktigheter og redusere sammenligningsgrunnlaget. Det var derfor ønskelig å bruke undervannsvideoopptak som et verktøy i å telle opp antall individer over et avgrenset område. Dette viste seg derimot å være vanskelig og det endelige resultatet er kun en ren gjetning på det reelle antallet av *S. muticum*. Opptakene ble utført i begynnelsen av juni 2006 (se Appendix 9) i nærheten av stasjon 9 (Møkkalassene).

På opptakene fra forsøket ser man at *S. muticum* er godt dekket av både epifytter og skjult blant trådformede våralger. Det blir dermed umulig å telle enkeltindivider. Likevel gjorde jeg et forsøk ved å spille av filmen i sakte tempo og fryse bilder i Windows Moviemaker. Dette ble gjort i flere omganger og hver gang ble resultatet forskjellig. Trenden var at antall individer stadig ble høyere. Resultatet som tilslutt ble valgt var det høyeste antallet som ble telt, nemlig:

250 individer over et areal på 37 m².

Dette utgjør ca 7 planter pr. m², noe som antagelig er en grov underestimering av det reelle antallet av *S. muticum* på stasjonen.

5. DISKUSJON

5.1 FEILKILDER

Sargassum muticum ble funnet på dobbelt så mange stasjoner som *Dasya baillouviana*, enda sistnevnte art ble funnet av Larsen allerede i 1995. Dette resultatet kan være farget av at *S. muticum* lettere kan ses fra båten, den er større, den er lettere å fange med rive og den er lettere å identifisere på undervannsopptak. Samtidig så vokser *D. baillouviana* grunnere enn *S. muticum*, noe som reduserer dens sjanse for å ha blitt oversett.

På stasjon 7 (Borøya syd) hvor jeg var forberedt på å finne *D. baillouviana* ble den ikke funnet. Stasjonene til Larsen (1995) ble i stor grad gjenkjent på de vedlagte lysbildene, men det er ikke helt utelukket at man kan ha vært på forskjellig sted. Dette er for eksempel tilfellet med stasjon 29 (Nordre Langøy). Sammenlikner man mitt kart med Larsens (1995) kart, ser man at stasjonspunktet ikke sammenfaller. Slike unøyaktigheter vil forhåpentligvis i fremtiden bli redusert ved bruk av stasjonskoordinater.

Når det gjelder forekomsten av *S. muticum* så er det ikke helt utelukket at den kan ha blitt oversett på stasjoner hvor den ikke ble registrert. Dette kan være tilfelle ved for eksempel stasjon 1 (Gåsøya). Ser man på opptakene fra feltperiode 1 (Appendix 8) og stasjon 1, så har jeg bemerket en busk som jeg mistenker er *S. muticum*, men som jeg ikke har registrert in situ. Observasjonen fra filmen er for usikker til å bli inkludert i registreringen. Dette gjelder også *D. baillouviana* på stasjon 29 (Nordre Langøy), hvor jeg også synes å skimte et individ, men som heller ikke er inkludert i registreringen. Slike unøyaktigheter kan reduseres hvis man har en til å overvåke monitoren mens en annen styrer kamera.

Klassifiseringen av substrat, terrenguro og mengdeangivelsene var meget vanskelig. Siden ingen av stasjonene er avgrenset, måtte man avgjøre hvilken kategori man

subjektivt mente var dominerende ved hver lokalitet. På stasjoner hvor det var store forskjeller i substrat, har jeg valgt å bruke flere kategorier på samme stasjon.

Definisjonene på ruglete og jevnt er usikre, så denne kategorien er det ikke lagt noe særlig vekt på. Når det gjelder bratt, svakt skrått og flatt er disse også usikre, og undervannsopptak er ikke til særlig hjelp, da kameraet faktisk kan "lyve" når det gjelder helning. Holder man kameraet litt skjevt kan stasjonen se brattere ut enn den egentlig er. Det er mulig dette er tilfellet på stasjon 29 (Nordre Langøy) hvor opptakene fra feltperiode 1 viser en relativt bratt stasjon, mens jeg har klassifisert stasjonen som flat. Slike uoverensstemmelser bør sjekkes.

Mengdeangivelsene er bestemt ut fra en subjektiv semikvantitativ 5 trinns skala, hvor man gir et grovt bilde på antall individer. Stasjonene 9 (Møkkalassene), 14 (Nakkholmen), 32 (Nesodden øst) og 33 (Ildjernet) har blitt klassifisert med vanlig forekomst av *S. muticum*, men ser man på opptakene så ser populasjonene meget tallrike ut, slik at kategorien dominerende kanskje hadde vært mer dekkende. Dette betyr at av de 5 stasjonene hvor forekomsten av *S. muticum* er bestemt til vanlig, så er 4 av de usikre.

Under feltperiode 1 ble stasjonenes geografiske posisjon bestemt ved hjelp av en håndholdt GPS (Garmin, GPSMAP 76C). Nøyaktigheten til disse posisjonene vil kunne påvirkes av været (f. eks et skydekke) eller elementer som forstyrrer signalet fra satellittene (f. eks høye fjell). Modellens posisjonering har en nøyaktighet på <15m. Dette kan gi unøyaktigheter for arbeid som følger, men forhåpentligvis er både filmene og kartene behjelpelig i tillegg.

Et øyeblikksbilde av forekomsten og distribusjonen til *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana* har sine begrensninger og er ikke alene nok til å belyse økologien og biologien i et dynamisk system med naturlige sesongsvariasjoner. Sammensetningen av makroalger i kystsonen vil naturlig variere fra år til år (Klavestad 1967) og for å kunne trekke konklusjoner om fremtidig spredning eller konsekvenser bør derfor kartleggingen foregå over et lengre tidsrom.

5.2 BRUK AV UNDERVANNSKAMERA VED KARTLEGGING AV MAKROALGER

Å tilegne seg kunnskap om marine makroalgers forekomst er vanskelig tilgjengelig av flere grunner; den mest åpenbare er at de befinner seg under vann og dermed lett blir oversett. For å lette kartleggingsarbeid er det derfor nødvendig med praktiske og anvendelige kartleggingsmetoder.

Ved å bruke undervannskamera oppnår man flere fordeler som:

1. Dokumentasjon og presentasjon: Opptak på videofilm kan enkelt lagres for dokumentasjon og er en god måte å presentere resultater på.
2. Følge med over tid og sammenligne: Det kan det være nyttig å ha opptak for å oppdage eventuelle endringer over tid.
3. Hendig og raskt (i forhold til dykking).
4. Kvantifisere: En semikvantitativ mengdeangivelse (som er brukt her) er en subjektiv oppfatning av virkeligheten, kanskje kan opptak på tape redusere unøyaktigheten ved slike mengdeangivelser?

Likevel skal det utøves forsiktighet ved å trekke slutninger ut fra videoopptak, da mulighetene for manipulering er tilstede. På noen opptak kunne for eksempel forekomsten av *S. muticum* se mer tallrik ut enn den opprinnelig var, da det samme individet ble filmet om og om igjen.

Det skal sies at artsbestemmelse av makroalgene på opptakene til tider nesten er umulig, men den distinkte morfologiske strukturen til *S. muticum* gjør den lettere gjenkjennelig og den er derfor en god kandidat for undervannsopptak. Alle fucusartene var for så vidt lette å kjenne igjen på de fleste opptak, men buske- og trådformede rød- og grønnalger gikk ikke like lett å skille. Metoden er derfor best når man skal kartlegge makroalger som lett lar seg artsbestemme makroskopisk.

Det viste seg også at bruk av infrarødt lys ga bedre mulighet til å skille grønn-, rød- og brunalgene fra hverandre (se Appendix 8). *D. baillouviana* har for eksempel vært vanskeligere å peke ut på opptak, enn *S. muticum*. Ved stasjonene ble den

hovedsakelig registrert ved bruk av rive eller vannkikkert. Ser man gjennom filmen kalt feltperiode 1 (Appendix 8) er det meget sannsynlig for at man ser *D.*

baillouviana uten at den er registrert i mine resultater. Dette kommer av at den ikke ble fanget i kasteriva eller sett in situ.

Tidspunkt for undervannsopptakene er også viktig for å få best bilder, man bør f. eks unngå våroppblomstringen (se Appendix 9) og dager med mye bølger og vind, da kameraet lett blir tatt av strømmen når det henger i kabelen.

Under feltperiode 2 så ble en del endringer gjort på kamera for å gjøre metoden og opptakene bedre. Det ble blant annet festet en stang på 3 meter til kamerahuset med formål å kunne holde kameraet stødig under opptak. Dette fungerte bra til tider, bortsett fra at man da ikke kan filme dypere enn 3 meter, og nedre voksegrense til makroalger i på enkelte stasjoner indre Oslofjord ser ut til å ligge mellom 5-10 meter. (Se Appendix 9).

Under kvantifiseringsforsøket oppsto det noen problemer ved gjennomgang av opptakene som f. eks:

1. Å skille enkelt individer, ser man en eller flere?
2. *S. muticum* har ofte påvekst av epifytter og/eller er dekket av andre alger og blir dermed skjult
3. Holdes kameraet for høyt?

Kanskje var ikke tidlig juni det beste tidspunktet for å teste ut et slikt kvantifiseringsforsøk. Det er mulig opptak om vinteren ville egnet seg bedre, hvor kun de tydelige festestilkene står igjen, det er lite partikler i vannet, lite begroing av epifytter på *S. muticum* og ingen forekomst av typiske trådformede vår- og sommeralger.

5.3 VIDERE SPREDNING OG MULIGE KONSEKVENSER

Noen kystsoner er mer utsatt for suksessfull etablering av fremmede arter enn andre, som f. eks. områder med liten marin biodiversitet og/eller områder sterkt preget av antropogen påvirkning (Schaffelke *et al.* 2006). Indre Oslofjord oppfyller begge kriteriene og dette kan forklare de introduserte artenes suksess i området. Studier og konsekvensutredninger av introduksjoner av fremmede arter blir ofte lidende under manglende ”baseline” undersøkelser (Schaffelke *et al.* 2006). Slik sett er det undersøkte området velegnet for denne type økologiske problemstillinger.

5.3.1 KONKURRANSE MELLOM ARTER

Makroalger vil konkurrere om lys, substrat og næringssalter. Responsen til klimaendringer, fysisk stress, vannkvalitet, gressing og konkurranse vil variere mellom de ulike algearter pga. distinkte fysiologiske og morfologiske egenskaper. Dette betyr at konkurransen mellom makroalgene vil bli vunnet av den som har de beste tilpasningsevnene under rådende miljøforhold. Sjansen for suksessfull etablering av en fremmed art vil øke, dersom arten har egenskaper som gjør den til en god konkurrent for livsnødvendige komponenter (Boudouresque & Verlaque 2002).

EUTROFIERING

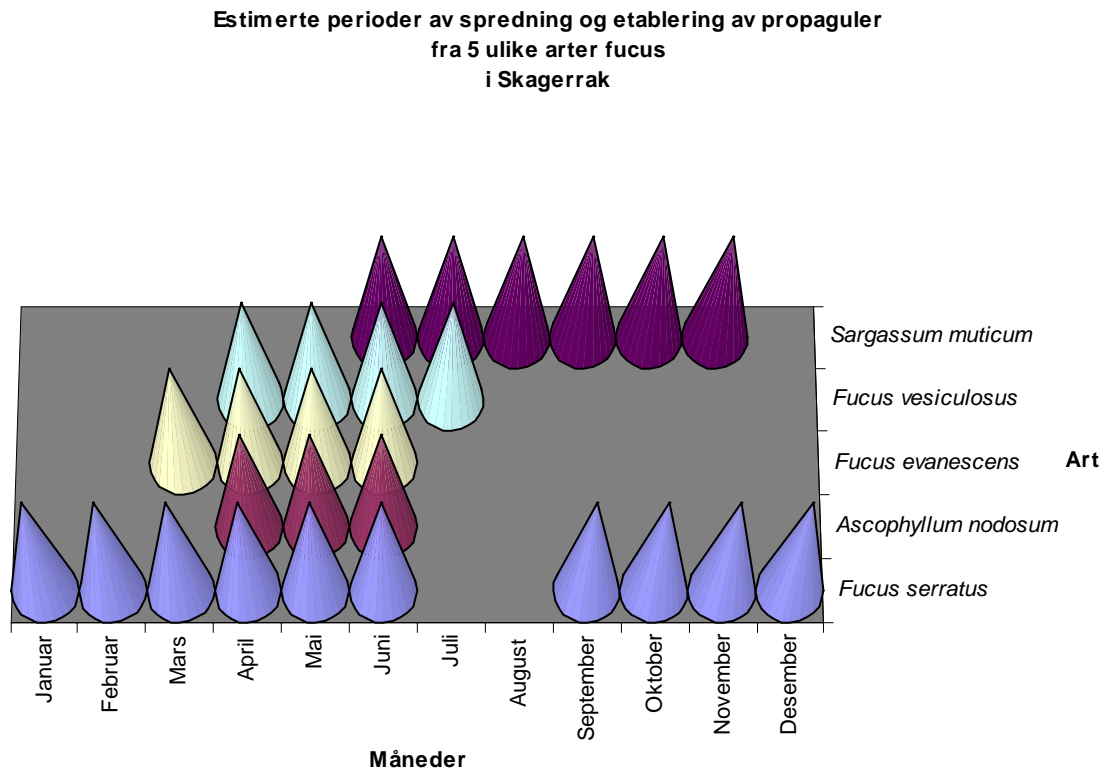
Det er 2 aspekter som bør ses på i forhold til eutrofiering av kystsonene; nedgang i biodiversitet som frigir substratplass og bedre betingelser for vekst av makroalger som raskt kan nyttiggjøre seg økt næringstilførsel.

En forskyvning av konkurranseforholdet mellom grønnalger og brunalger ble gjeldende i indre Oslofjord på midten av 1900 tallet, da økt tilførsel av næringssalter begünstiget vekst av raskt voksende efemere arter (f. eks. *Ulva spp.*) og reduserte vekst av sentvoksende fucus (se avsnitt 2.3). Endring av næringstilførsel gjennom rensning av fosfor og nitrogen har gitt bedre betingelser for vekst av ulike fucusarter (Larsen 95, Magnusson *et al.* 2003). Larsen (1995) konkluderte at artsantallet av makroalger indre Oslofjord har økt sammenlignet med undersøkelsene til Grenager

(1957) og Klavestad (1967), men at utbredelsen av tangartene fremdeles er forskjellig fra den antatte ”naturlilstanden” som var gjeldene under Grans undersøkelser på slutten av 1890 tallet. Fra siste makroalgeundersøkelse gjort av overvåkningsprogrammet for indre Oslofjord fant man ut at stasjonene i Oslo havnebasseng og i Bunnefjorden hadde et svært fattig artsmangfold av makroalger sammenlignet med stasjoner på Sørlandskysten (Magnusson *et al.* 2003) Hovedøya viste seg å være den eneste stasjonen i indre Oslofjord med like høy diversitet som ytre stasjoner (Magnusson *et al.* 2003). Ut fra dette kan man konkludere at indre Oslofjord fortsatt har ”rom til flere”. Noe som kan bety videre suksessfull spredning av allerede etablerte fremmede arter da samfunn med lav biodiversitet vanligvis blir mer utsatt for vellykkede introduksjoner, enn vertssamfunn med høy biodiversitet.

*S. muticum*s høye vekstrate kombinert med et ettårig tallus med lav næringslagringskapasitet, foreslår at den trives best i næringsrike vann (Wernberg *et al.* 1998). Magnusson *et al.* 2003 påpeker at det fortsatt er et overskudd av næringssalter i indre Oslofjord, tross effektive rensetiltak. Dette vil kunne være til fordel for *S. muticum*.

SUBSTRAT



Figur 8. Estimerte perioder av spredning og etablering av propaguler fra 5 ulike arter fucus i Skagerrak. Basert på egne observasjoner og kildene: Rueness 1998, Worm *et al.* (2001) og Steen & Rueness (2004).

Figur 8 viser et vindu hvor *S. muticum* er alene om å være fertil i augustmåned sammenliknet med vanlige arter av fucus i Skagerrak, noe som kan gi en konkurransedyktig fordel. (Obs: Figur tekst ikke korrekt, *Ascophyllum* og *Sargassum* er ikke fucus arter).

Worm *et al.* 2001 viste at "vår-reproduserende" populasjoner av *Ulva spp.* (tidl. *Enteromorpha spp.*) på lokaliteter i Østersjøen drastisk reduserte suksessfull substratrekruttering for *Fucus vesiculosus* som vanligvis er fertil i april/ mai måned. Enkelte av *F. vesiculosus* individene var derimot fertile om høsten og det undres om dette i fremtiden kan føre til et skift blant *F. vesiculosus*- populasjonene i Østersjøen, hvor fordelaktig seleksjon vil øke forekomsten av "høst-reproduserende" arter av

fucus, såfremt eutrofiering av kystsonene fortsetter. Sett ut fra dette kan det tenkes at *S. muticum*, som er fertil om høsten på våre breddegrader, vil ha større sjanser for suksessfull kolonisering av substrat i marine områder som er preget av eutrofiering.

Med bakgrunn i at *S. muticum* kan etablere seg i samme dyp som *Fucus serratus* vil disse 2 være potensielle konkurrenter (Bjærke & Fredriksen 2003). Den første tiden etter at kimplantene har etablert seg på et nytt substrat, representerer det mest sårbare stadiet i livssyklusen til makroalger og tapsraten er stor grunnet konkurranse, gressing og forstyrrelser (Steen 2004, Worm *et al.* 2001). Siden *S. muticum* frigjør multicellulære propaguler har arten et bedre utgangspunkt for å takle disse utfordringene enn potensielle konkurrenter som f. eks *Fucus serratus*.

den Hartog (1997) så på interaksjonen mellom *Zostera marina* (ålegress på norsk) og *S. muticum* og konkluderte at *S. muticum* er en effektiv kolonist ved ledig substrat, men så fremt habitater allerede okkupert av annen bentisk vegetasjon vil den ikke kunne fortrenge den allerede etablerte vegetasjonen.

SALINITET

Er det noen sammenheng mellom forekomsten av *Sargassum muticum* og salinitetsmålingene som er registrert under feltperiode 1? Steen (2004) viste at befruktningen av eggene til *S. muticum* ble forhindret ved saltholdigheter lavere enn 15 ‰. Dette kan forklare redusert spredning til områder preget av ferskvann, som f. eks Østersjøen.

Siden alle middelveidene fra saltmålingene i indre Oslofjord ligger godt over den nedre toleransegrensen for gjennomføring av livssyklus hos *S. muticum* (se figur 3), kan man konkludere at *S. muticum* potensielt kan spre seg over hele det undersøkte området, hvis man kun tar hensyn til denne ene abiotiske faktoren.

Representativiteten for salinitetsverdiene er derimot diskutabel, da bakenforliggende variabler som nedbør og dyp er med på å prege målingene. I tillegg er de middelveidier av en kurve som endrer seg med dypet.

Det kan ikke konkluderes at Bærumsbassenget er for ferskvannspreget for etablering av *S. muticum* ut fra saltregistreringene. Målingene som er tatt viser salinitet fra 21.1 til 23.8 på 3 stasjoner i Bærumsbassenget (hhv stasjonene 5, 6 og 7), noe som er godt over den nedre toleransegrense for gjennomføring av livssyklus hos *S. muticum*.

TEMPERATUR

Det grunneste bassenget i indre Oslofjord er Bærumsbassenget. Her kan sjøtemperaturen trolig bli noe høyere enn resten av det undersøkte området, og det kan tenkes at dette er en positiv faktor for spredning og etablering av både *D. baillouviana* og *S. muticum*. *D. baillouviana* anses som en varmtvannsalge (Nielsen & Mathiesen 2005), noe som kan forklare den suksess her.

Et vekstforsøk utført av Steen & Rueness (2004) viste at vekstraten av kimplanter av *S. muticum* var klart høyere ved 17 °C enn ved 7 °C. I tillegg var kimplantene mer enn 7 ganger større enn kimplanter av *F. evanescens* og *F. serratus* etter 15 dager i kultur ved 17 °C. Dette kan bety at økende temperaturer grunnet klimaendringer vil være fordelaktig for videre spredning og etablering av *S. muticum* i nordlige strøk.

LYS

S. muticum's raske vekst og buskaktige preg, i tillegg til flytebærer som løfter tallus opp mot overflaten vil potensielt kunne skygge for andre makroalger som vokser i dens nærvær. Britton- Simmons (2004) undersøkte *S. muticum*'s innvirkning på populasjoner av to tarearter ved San Juan Island, (vestkysten av USA), og konkluderte at *S. muticum* reduserte bestander av tarearter gjennom å skygge for lyset. Dette er en negativ konsekvens som liksom kan være gjeldene under norske forhold.

5.3.2 EN FORØKNING AV ARTSRIKDOM?

Buschbaum *et al.* (2006) sammenlignet endringer i epibiotisk biodiversitet som følge av introduksjonen av *S. muticum* på 2 ulike lokaliteter, hhv steingrunn og sandbunn. Det konkluderes at *S. muticum* økte både mengden tilgjengelig substrat og habitat heterogeniteten på lokaliteten med sandbunn, mens effekten var ubetydelig på lokaliteten med steingrunn. Dette kom av at artskomposisjonen og dens strukturelle kompleksitet var ulik mellom de 2 lokalitetene før introduksjonen av *S. muticum*. Lokaliteten med sandbunn hadde ikke hadde noen hjemmehørende makroalgearter som strukturmessig var lik *S. muticum*, mens på steingrunn var det forekomster av *Halidrys siliquosa* (skulpetang på norsk) som underholdt en meget lik epibiota som *S. muticum* selv. Bjørke (2000) konkluderer i sitt studie av epifytter på *S. muticum* ved en lokalitet i ytre Skagerrak, at *S. muticum* i stedet for å redusere artsrikdommen av makroalger, bidrar til et nytt og viktig habitat for generalister av den hjemmehørende epifyttflora.

En sammenligning av fenolinnholdet i den apikale delen av tallus hos 2 fucusarter, viste at *S. muticum* har et mye lavere innhold av florotannin (et antiepileptikum) i de apikale delene av tallus, enn *Ascophyllum nodosum* (grisetang på norsk), noe som kan forklare den rike epibiotaen som er knyttet til *S. muticum* (Connan *et al.* 2006).

S. muticum kan vokse på blåskjell og små stein (pers obs.), noe som er et upassende substrat for de fleste andre fucus arter, og kan dermed berike artskomposisjonen av makroalger på lokaliteter som domineres av slikt substrat. Indre Oslofjord har tross økt rensetiltak mye blåskjell (*Mytilus edulis*) (Magnusson *et al.* 2003), og dermed ledige voksesteder til *S. muticum*.

Det fremkommer på mange av opptakene (se Appendix 8 og 9) at stimer av fiskeyngel oppholder seg rundt buskene av *S. muticum*, noe som kan bety at brunalgen er et godt skjulested eller spisskammer. På slik måte kan tilstedeværelsen av *S. muticum* ha positiv effekt på øvre trofiske nivåer i næringskjeden. Likevel er det uant hva et eventuelt skift i habitatstruktur fra hhv læraktige brunalger som *Fucus*

serratus til sterkt forgrenete filamentøse makroalger, vil kunne innebære for ulike trofiske nivåer i økosystemet, som er adaptert til og er avhengig av strukturen til læraktige makroalger (Bjærke & Fredriksen 2003).

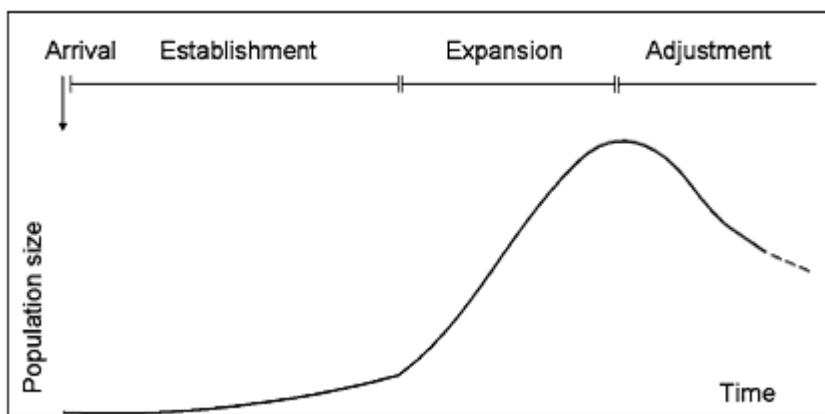
5.3.3 ULIKE FASER AV EN INVASJON

For å beskrive koloniserings- og etableringsprosessen til en introdusert art bruker Reise *et al.* (2006) uttrykket invasjon. De fremlegger 4 ulike faser av en invasjon og påpeker nødvendigheten i å vite hvilken fase den introduserte arten befinner seg i, for å spå mulige konsekvenser (se figur 9):

1. Ankomst (Arrival)
2. Etableringsfasen (Establishment): Først må arten etablere en populasjon som suksessfullt gjennomgår livssyklus. I denne fasen er det viktig å kartlegge bergrensende faktorer og innhente kunnskap om arten fra sitt opprinnelige naturlige geografiske område.
3. Ekspansjonsfasen (Expansion): I løpet av denne fasen vil effekten på biota og habitat gå fra svak til moderat til sterk. Effekter på hjemmehørende biota kan være endringer i artsantall og/eller biomasse. Det vil også kunne forekomme endringer i andel delte ressurser og arter kan bli fortrent eller nye introduksjoner kan komme til. Lengden på denne fasen vil variere, da noen invasjoner er "sovende", dvs. arten er tilstede, men ekspanderer ikke før forholdene ligger til rette og begunstiger populasjonsvekst.
4. Tilpasningsfasen (Adjustment): Markerer slutten på ekspansjonsfasen. Spredningen vil her enten være statisk eller den vil reduseres. Dette kan komme av ressurs begrensning, eller at konsumenter og patogener har oppdaget den nye populasjonen.

Det faktum at både *D. baillouviana* og *S. muticum* har dannet sammenhengende populasjoner i indre Oslofjord, kan tyde på at begge artene er i ekspansjonsfasen (se punkt 3), men for å bekrefte dette må den videre spredningen følges over tid.

Ekspansjonsfasen er en kritisk fase, da tegn på eventuelle negative konsekvenser kan fremkomme. Hvor lenge hver fase vil vare er avhengig av fysiologiske, biologiske og hydrologiske forhold og man skal huske på at verken introduserte eller hjemmehørende arter er stabile genetiske enheter (Reise *et al.* 2006). Når *S. muticum* først ble oppdaget i Norge, så den primært ut til å foretrekke beskyttede lokaliteter med sandbunn, men i dag har den ekspandert til mer bølgeutsatte områder dominert av steingrunn (Bjærke & Fredriksen 2003). Slike skift i typiske voksesteder er umulig å forutsi og vitner om at de introduserte artene kan "endre oppførsel" over tid.



Figur 9. De ulike fasene av en invasjon (etter Reise *et al* 2006).

S. muticum og *D. baillouviana* ser ut til å ha 2 ulike spredningsmønstre i det undersøkte området, den ene langsommere enn den andre. *D. baillouviana* har vært i indre Oslofjord i over 10 år, mens *S. muticum* antagelig dukket opp rundt år 2000. Allikevel finner man *S. muticum* på dobbelt så mange stasjoner, noe som kan bety at den har spredd seg raskere. *S. muticum* har som tidligere nevnt invasive egenskaper og en unik mulighet til langdistanse spredning med avrevne fertile sidegrener (Norton 1976). Dette kan være bakgrunnen for den høye koloniseringsraten til brunalgen. Samtidig så kan man diskutere om spredningsprosessen til *D. baillouviana* og *S.*

muticum kan sammenlignes, når de med stor sannsynlighet møter ulike økologiske utfordringer.

Når det gjelder meget tette populasjoner av *S. muticum*, slik som på stasjon 13 (Huk), kan det antas at disse vil gå tilbake når intraspesifikk konkurranse gjør seg gjeldende og reduserer overlevelsen av kimplantene (Andrew & Viejo 1998).

6. KONKLUSJON OG VIDERE ARBEID

De introduserte makroalgene *Sargassum muticum* og *Dasya baillouviana* er blitt en del av vår permanente makroalgeflora i indre Oslofjord og ser ut til å være i rask spredning i det undersøkte området. Tross gode ”baseline” undersøkelser om utbredelsen av makroalger i indre Oslofjord er ingen konklusjon fattet vedrørende eventuelle negative økologiske konsekvenser som introduseringen kan føre med seg, og videre kartlegging anbefales.

Ved siden av *S. muticum*'s invasive egenskaper er det flere økologiske faktorer som vil kunne virke begunstigende for dens videre spredning og kolonisering av habitater i indre Oslofjord. Dette er faktum som:

1. Det er ledige habitater grunnet eutrofiering.
2. Grunnet eutrofiering er det godt med næringssalter i området.
3. I august ser det ut til at *S. muticum* er alene om å være fertil.
4. Den kan vokse på substrat som er upassende for våre hjemmehørende fucusarter.
5. Vekstraten til kimplantene vil øke drastisk ved eventuelle økende temperaturer grunnet klimaendringer.

Skulle *S. muticum* fortrenge hjemmehørende fucus arter, vil man få et skift i habitatstruktur, fra læraktige struktur til sterkt forgrenet filamentøs habitatstruktur. Dette kan negativt påvirke all flora og fauna som er adaptert til læraktige alger. Den vil i tillegg potensielt kunne skygge for andre makroalger som vokser i dens omkrets.

Positive følger vil kunne være økt artsrikdom blant epibiota, som igjen positivt vil påvirke øvre trofiske nivåer, også i områder som andre fucusarter ikke kan kolonisere.

Nøyaktige metoder for kartlegging av marin biodiversitet er nødvendig for å kunne følge utvikling over tid. I denne masteroppgaven har stasjonskoordinater, undervannsopptak og GIS blitt brukt for å gjøre kartleggingsarbeid av makroalgevegetasjon mer presist. Det ble også gjort et forsøk på en kvantitativ mengdeangivelse, men videoopptakene ble ikke gode nok. Kvantifiseringsforsøk er dog viktig i fremtidig arbeid, da subjektive mengdeangivelser gir et upresist sammenligningsgrunnlag. Undervannsopptakene fra feltundersøkelser fungerer fint som en metode for å dokumentere funn og presentere resultater, såfremt de makroalgene man skal kartlegge er lett gjenkjennelig makroskopisk.

Kart som er fremstilt i denne oppgaven er relativt enkle, men det er et skritt på vei i å sette geografisk utbredelse i sammenheng med makroalgepopulasjoner. Det anbefales å utvikle mer avanserte GIS modeller, slik at man kan fremstille kart som kombinerer abiotiske faktorer (som f. eks substrat, eksponering og salinitet) med de enkelte arters utbredelse. Ut fra dette tror jeg man med høy presisjon både kan predikere videre spredning og oppdage endringer. I tillegg vil man lettere kunne velge ut stasjoner for prøvetakning, dele informasjon med andre og fortløpende gjøre oppdateringer i datasettet.

REFERANSELISTE

- Andrew N. & Viejo R. 1998. Effects of wave exposure and intraspecific density on the growth and survivorship of *Sargassum muticum* (Sargassaceae: Phaeophyta). *European Journal of Phycology* **33**: 251-258.
- Arenas F., Viejo R. & Fernandez C. 2002. Density- dependent regulation in an invasive seaweed: responses at plant and modular levels. *Journal of Ecology* **90**: 820-829.
- Baalsrud K. & Magnusson J. 2002. Indre Oslofjord; Natur og miljø. *Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord*. 135 sider.
- Bjærke M. R. 2000. Epifytter på *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt på Verdens Ende i Vestfold. Cand. scient. oppgave. Universitetet i Oslo. 83 sider.
- Bjærke M. R. 2004. Molecular and ecological studies on introduced marine macroalgae in norwegian waters. Doktorgradsavhandling. Universitetet i Oslo.
- Bjærke M. R. & Fredriksen S. 2003. Epiphytic macroalgae on the introduced brown seaweed *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyceae) in Norway. *Sarsia* **88**: 353-364.
- Bokn T.L. & Moy. F.E. 1995. Bruk av tang som overvåkningsparameter i indre Oslofjord. Kan vi spore miljøforbedringer? *Vann* **1**: 185- 194.
- Boudouresque C.F & Verlaque M. 2002. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin* **44**: 32-38.
- Britton- Simmons K.H. 2004. Direct and indirect effects of the introduced alga *Sargassum muticum* on benthic, subtidal communities of Washington State, USA. *Marine Ecology Progress Series* **277**: 61-78.
- Buschbaum C., Chapman A.& Saier B. 2006. How an introduced seaweed can affect epibiota diversity in different coastal systems. *Marine Biology* **148**: 743- 754.

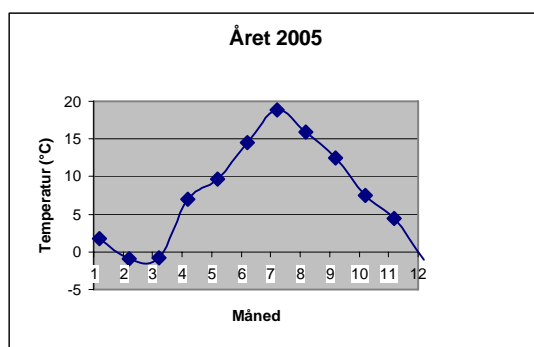
- Connan S., Delisle F., Deslandes E. & Gall E.A. 2006. Intra- thallus phlorotannin content and antioxidant activity in Phaeophyceae of temperate waters. *Botanica Marina* **49**: 39-46.
- Critchley A.T., Farnham W.F., Yoshida T. & Norton T.A. 1990. A Bibliography of the Invasive Alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Fucales; Sargassaceae). *Botanica Marina* **33**: 551-562.
- den Hartog C. 1997. Is *Sargassum muticum* a threat to eelgrass beds? *Aquatic botany* **58**: 37-41.
- Direktoratet for Naturforvaltning (DN). 2001. Kartlegging av marint biologisk mangfold. Håndbok 19- 2001.
- Direktoratet for Naturforvaltning (DN). 2006. Liste over introduserte marine arter i Norge. Online. Tilgjengelig fra:
<http://www.dirnat.no/content.ap?thisId=500014268&language=0#Liste%20over%20marine%20introduserte%20arter> [Tilgang november 2006]
- Farnham W.F., Fletcher R.L. & Irvine L.M. 1973. Attached *Sargassum* found in Britain. *Nature* **243**: 231-232.
- Fredriksen S. 2003. Food web studies in a Norwegian kelp forest based on stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analysis. *Marine Ecology Progress Series* **260**: 71-81.
- Global Invasive Species Database, 2006. *Sargassum muticum*. Online. Tilgjengelig fra:
<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=727&fr=1&sts> [Tilgang november 2006].
- Gran H.H. 1897. Kristianiafjordens algeflora I Rhodophyceæ og Phæophyceæ. *Videnskapsselskabets Skrifter. I. Matematisk- Naturvidenskabelig Klasse. 1886. No 2*. Kristiania: 56 sider.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2007. *AlgaeBase version 4.2*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Online. Tilgjengelig fra :
<http://www.algaebase.org> [Tilgang Januar 2007].

- Hopkins, C.C.E. 2001. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. *Direktoratet for Naturforvaltning* 2001-1. 53 sider.
- Karlsson J. 1988. Sargassosnärje, *Sargassum muticum* -ny alg i Sverige. *Svensk botanisk tidsskrift* **82**: 199-205.
- Karlsson J. & Loo O.L. 1999 On the distribution and the continuous expansion of the Japanese seaweed- *Sargassum muticum* – in Sweden. *Botanica marina* **42**: 285- 294.
- Klavestad N. 1967. Delrapport nr: 9 Undersøkelser over benthos- algevegetasjonen i indre Oslofjord i 1962- 1965. *Norsk institutt for vannforskning*. 119 sider.
- Larsen J.F. 1995. Utbredelsen av benthosalger i indre Oslofjord. Cand. scient. oppgave. Universitet i Oslo. 98 sider.
- Magnusson J., Andersen T., Amundsen R., Bokn T., Berge J.A., Gjøsæther J., Johnsen T., Kroglund T., Lømsland E.R. & Solli A. 2003. Overvåkingen av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 2002. *Norsk institutt for vannforskning*. **4693**/2003. 83 sider.
- Magnusson J., Andersen T., Amundsen R., Berge J. A., Bjerkeng B., Gjøsæther J., Hylland K., Johnsen T., Lømsland E.R., Paulsen Ø., Ruus A., Schøyen M., & Walday M. 2006. Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 2005. *Norsk institutt for vannforskning*. **5242**/2006. 115 sider.
- Metrologisk institutt. 2006. Været i Norge. Klimatologisk månedsoversikt. Året 2005. Nr **13**/2005. Online. Tilgjengelig fra <http://www.met.no/observasjoner/maned/2005/2005-13.pdf> [Tilgang november 2006]. 17 sider.
- Miljøstatus i Norge. 2006. Verneplan for Indre Oslofjord - Vern av viktige naturområder rundt Oslofjorden og Telemarkskysten. Høringsforslag april 2005. Online. Tilgjengelig fra http://www.miljostatus.no/osloogakershus/files/verneplan_oslofjorden_2005.pdf [Tilgang november 2006]. 236 sider.

- Moy F. & Walday M. 1997. Marine gruntvannsbiotoper rundt Fornebulandet i indre Oslofjord. En veileder i marin biotopkartlegging og bruk av nøkkelbiotoper i kystzoneplanlegging. *Norsk institutt for vannforskning* **3703/97**. 60 sider.
- Nielsen R. & Mathiesen L. 2005. Dusktang, en ny og spændende rødalge i danske farvande. *Urt* **92**: 72-77.
- Norton T. A. 1981. Gamete Expulsion and Release in *Sargassum muticum*. *Botanica Marina* **24**: 465-470.
- Norton T.A. 1976. Why is *Sargassum muticum* so invasive? *British Phycological Journal* **11**: 197-198
- Reise K., Olenin, S. & Thieltges D.W. 2006. Are aliens threatening European aquatic coastal ecosystems? *Helgoland Marine Research* **60**: 77-83.
- Rueness J. 1973. Pollution effects on littoral algal communities in the inner Oslofjord, with special reference to *Ascophyllum nodosum*. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* **24**: 446-454.
- Rueness J. 1989. *Sargassum muticum* and other introduced Japanese macroalgae: Biological pollution of European coasts. *Marine Pollution Bulletin* **20**: 173-176.
- Rueness J. 1998. Alger i farger. En felthåndbok om kystens makroalger. *Almater forlag*, Oslo. 136 sider.
- Røsjorde H.J. 1973. Rødalgen *Dasya baillouviana* (Gmel.) Mont., en ny art i Norge. *Blyttia* **31**: 169-173.
- Schaffelke B., Smith J. & Hewitt C. 2006. Introduced macroalgae- A growing concern. *Journal of Applied Phycology* **18**: 529-541.
- Sjøkartverket. 2006. *Tidevannsnivåer*. Online. Statens kartverk sjø. Tilgjengelig fra <http://vannstand.statkart.no/stat.php?var=Oslo> [Tilgang november 2006].

- Statens forurensningstilsyn (SFT). EU's vannrammedirektiv 2000. Online. Tilgjengelig fra: http://www.sft.no/arbeidsomr/vann/vanndirektiv/vannrammedirektivet_engelsk.pdf [Tilgang november 2006] 72 sider.
- Steen H. 1992. *Sargassum muticum* i Norge: Årssyklus og utbredelse i relasjon til toleranse overfor regulerende miljøfaktorer. Cand. scient. oppgave. Universitetet i Oslo. 56 sider.
- Steen H. 2003. Development and competitive interactions in fucoid germlings (Fucales, Phaeophyceae) – effects of nutrients, temperature, salinity, and settlement density. Doktorgradsavhandling. Universitetet i Oslo.
- Steen H. 2004. Effects of reduced salinity on reproduction and germling development in *Sargassum muticum* (Phaeophyceae, Fucales). *European Journal of Phycology* **39**: 293-299.
- Steen H. & Rueness J. 2004. Comparison of survival and growth in germlings og six fucoid species (Fucales, Phaeophyceae) at two different temperature and nutrient levels. *Sarsia* **89**: 175 -183.
- Sundene O. 1953. The algal vegetation of Oslofjord. *Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-akademi i Oslo. I. Matematisk Naturvitenskapelig klasse. No 2*: 1- 244.
- Tronitech AS. 2006. AUC 330- DVplus+. Underwater Color videosystem. Online. Tilgjengelig fra: <http://www.tronitech.no/AUC330-DVplusNO.pdf> [Tilgang november 2006]. 2 sider.
- Walday M., Fleddum A.L. & Lepland A. 2005. Kartlegging av marint biologisk mangfold i indre Oslofjord- Forprosjekt. *Norsk institutt for vannforskning* **1121/05**. 30 sider.
- Wernberg T., Thomsen M. & Stæhr P.A. 1998. Studies on the Ecology of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in Limfjorden. Masteroppgave. Roskilde University. 145 sider.
- Worm B., Lotze H.K. & Sommer U. 2001. Algal propagule banks modify competition, consumer and resource control on Baltic rocky shores. *Oecologia* **128**: 281-293.

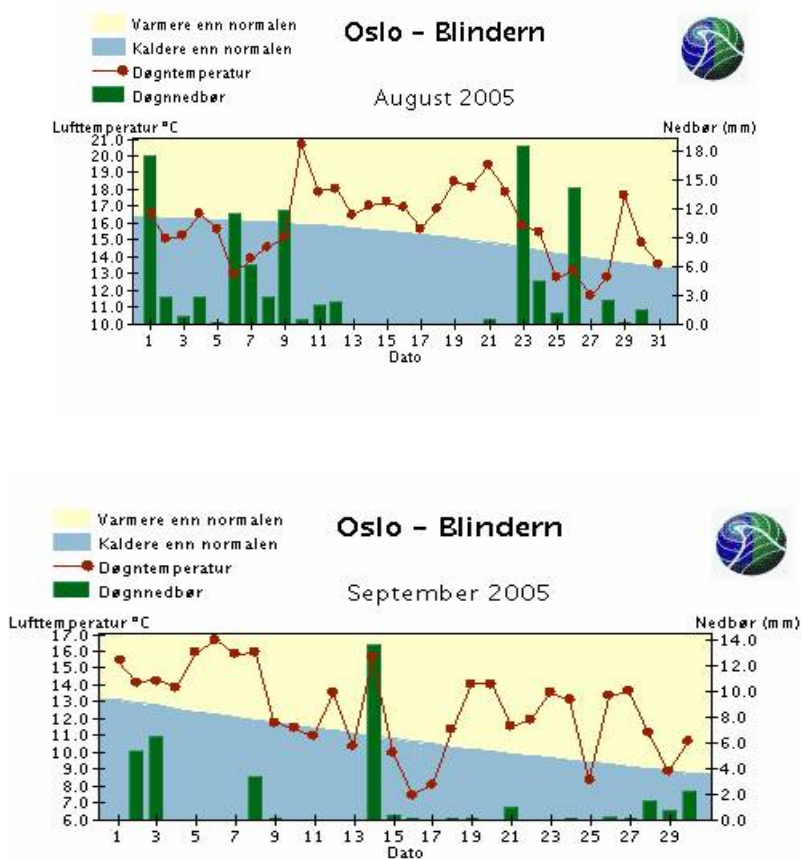
Appendix 1



Månedsværdier av lufttemperaturen gjennom året 2005.

(kilde: Metrologisk Institutt 2007)

Været feltperioden august/ september 2005:



Grafene er hentet fra Metrologisk institutt. Online 2006.

Appendix 2

Feltskjema

(fylles ut ved hver stasjon)

Dato og tid:

Stasjonsnavn og nummer:

GPS koordinater:

Himmelretning:

Bilder (antall):

Videoopptak:

(Film stasjonen over vann først og bruk kamera som diktafon. Fortell stasjonens nummer og navn. Det kan være lurt å merke seg spesielle gjenkjennende tegn ved stasjonen.)

Lengde på opptak: (les av på tellerverket)

(Vær obs på at hvis man har et lite opphold i filmingen (f. eks lunsj) begynner tellerverket fra null igjen, det er derfor lurt å notere seg rekkefølgen stasjonene ble besøkt (f. eks 1.stasjonen denne dagen eller 5. stasjonen denne dagen).

Mens man filmer er det lurt å notere hvilke dyp man befinner seg på, i forhold til klokkeslett, da dette er referansen på klippene i Windows Moviemaker.

Appendix 2 forts.

Bunnen/ Substrat: (kryss av)

- **Fjell/ Blokk**
- **Stein (2-100 cm)**
- **Sand/Grus (0-2cm)**
- **Skjellsand**
- **Bløtbunn**

Terrenguro: (kryss av)

- **Flatt**
- **Svakt skrått**
- **Bratt**
- **Jevnt**
- **Ruglete**

Mengdeangi makroalger:

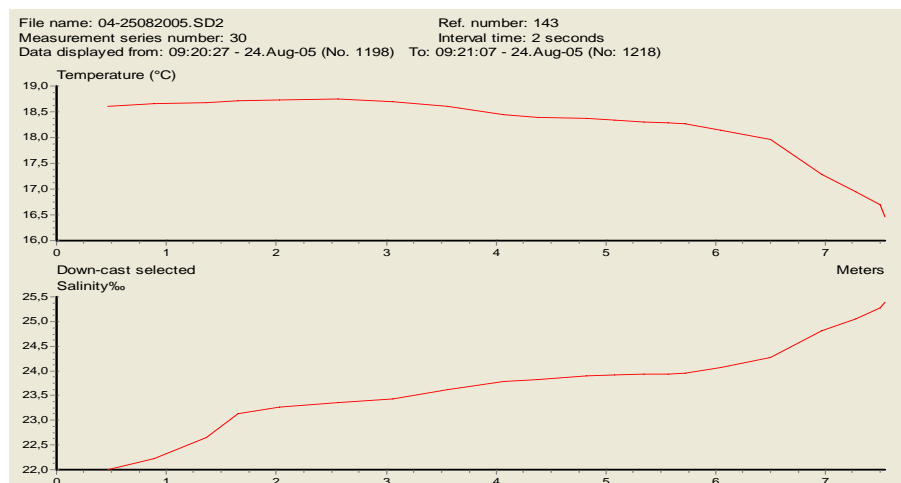
Ikke tilstede	
Sjelden (Sj)	1-3 individer.
Spredt (S)	Mer enn 3 individer.
Vanlig (V)	Hyppig forekommende, uten å danne et sammenhengende dekke.
Dominerende (D)	Et sammenhengende dekke over store deler av lokaliteten.

Appendix 3

Eksempel på hvordan salinitetsmålingene er beregnet:

Stasjon 9 (Møkkalassene)

File name: 04-25082005.SD2				Ref. number: 143	
Measurement series number: 30				Interval time: 2 seconds	
Data displayed from: 09:20:27 - 24.Aug-05 (No. 1198) To: 09:21:07 - 24.Aug-05 (No: 1218)					
Depth	Sal.	Temp	Density		
1	22.33	18.665	15.447		
2	23.25	18.739	16.139		
3	23.43	18.706	16.286		
5	23.90	18.349	16.739		
7	24.85	17.240	17.720		



$$(22.33) + (23.25) + (23.43) + (23.90) + (24.85) \approx 117.8$$

$$117.8 / 5 \text{ (antall registreringer)} \approx 23.6$$

Appendix 4. Feltperiode 1: Stasjonskoordinater

Stasjon	Stasjonsnavn	GPS koordinater	X_grader	X_minutter	X_desimalgrader	Y_grader	Y_minutter	Y_desimalgrader
1	Gåsøya	N59 50.917 E010 34.665	59	((50.917)/60)	59.8486	10	((34.665)/60)	10.5778
2	Flisbukta	N59 51.819 E010 35.199	59	((51.819)/60)	59.8637	10	((35.199)/60)	10.5867
3	Store Ostsund	N59 51.953 E010 33.504	59	((51.953)/60)	59.8659	10	((33.504)/60)	10.5584
4	Kalvøya	N59 52.892 E010 32.277	59	((52.892)/60)	59.8815	10	((32.277)/60)	10.538
5	Høvikodden	N59 53.291 E010 33.058	59	((53.291)/60)	59.8882	10	((33.058)/60)	10.551
6	Borøya nord	N59 52.90 E010 33.73	59	((52.90)/60)	59.8817	10	((33.73)/60)	10.5622
7	Borøya sør	N59 52.635 E010 33.509	59	((52.635)/60)	59.8773	10	((33.509)/60)	10.5585
8	Lille Ostsund	N59 52.280 E010 35.222	59	((52.280)/60)	59.8713	10	((35.222)/60)	10.587
9	Møkkalassene	N59 52.680 E010 37.397	59	((52.680)/60)	59.878	10	((37.397)/60)	10.6233
10	Fornebu	N59 53.782 E010 38.031	59	((53.782)/60)	59.8964	10	((38.031)/60)	10.6339
11	Bestumkilen	N59 55.038 E010 39.807	59	((55.038)/60)	59.9173	10	((39.807)/60)	10.6635
12	Bygdøy vest	N59 54.164 E010 39.819	59	((54.164)/60)	59.9027	10	((39.819)/60)	10.6637
13	Huk	N59 53.652 E010 40.486	59	((53.652)/60)	59.8942	10	((40.486)/60)	10.6748
14	Nakkholmen	N59 53.485 E010 41.477	59	((53.485)/60)	59.8914	10	((41.477)/60)	10.6913

Appendix 4 forts. Feltperiode 1: Stasjonskoordinater

Stasjon	Stasjonsnavn	GPS koordinater	X_grader	X_minutter	X_desimalgrader	Y_grader	Y_minutter	Y_desimalgrader
15	Bygdøynes	N59 54.199 E010 42.091	59	((54.199)/60)	59.9033	10	((42.091)/60)	10.7015
16	Dronninghavna	N59 54.512 E010 41.637	59	((54.512)/60)	59.9085	10	((41.637)/60)	10.694
17	Oscarshall	N59 54.689 E010 41.675	59	((54.689)/60)	59.9115	10	((41.675)/60)	10.6946
18	Frognerkilen	N59 55.018 E010 41.275	59	((55.018)/60)	59.917	10	((41.275)/60)	10.6879
19	Filipstadkaia	N59 54.395 E010 42.742	59	((54.395)/60)	59.9066	10	((42.742)/60)	10.7124
20	Tjuvholmen	N59 54.367 E010 43.317	59	((54.367)/60)	59.9061	10	((43.317)/60)	10.722
21	Honnørbrygga	N59 54.627 E010 43.944	59	((54.627)/60)	59.9105	10	((43.944)/60)	10.7324
22	Utstikker 2	N59 54.098 E010 44.615	59	((54.098)/60)	59.9016	10	((44.615)/60)	10.7436
23	Akerselva	N59 54.273 E010 45.201	59	((54.273)/60)	59.9046	10	((45.201)/60)	10.7534
24	Grønlikaia	N59 53.813 E010 45.152	59	((53.813)/60)	59.8969	10	((45.152)/60)	10.7525
25	Hovedøya	N59 53.881 E010 43.587	59	((53.881)/60)	59.898	10	((43.587)/60)	10.7265
26	Bleikøya	N59 53.484 E010 44.913	59	((53.484)/60)	59.8914	10	((44.913)/60)	10.7486
27	Gressholmen	N59 53.178 E010 43.607	59	((53.178)/60)	59.8863	10	((43.607)/60)	10.7268
28	Ormøya	N59 52.714 E010 45.520	59	((52.714)/60)	59.8786	10	((45.520)/60)	10.7587

Appendix 4 forts. Feltperiode 1: Stasjonskoordinater

Stasjon	Stasjonsnavn	GPS koordinater	X_grader	X_minutter	X_desimalgrader	Y_grader	Y_minutter	Y_desimalgrader
29	Nordre Langøy	N59 52.487 E010 43.430	59	((52.487)/60)	59.8748	10	((43.430)/60)	10.7238
30	Malmøykalven	N59 51.851 E010 44.411	59	((51.851)/60)	59.8642	10	((44.411)/60)	10.7402
31	Nordre Skjærholmen	N59 51.441 E010 43.518	59	((51.441)/60)	59.8574	10	((43.518)/60)	10.7253
32	Nesodden Øst	N59 51.861 E010 40.127	59	((51.861)/60)	59.8644	10	((40.127)/60)	10.6688
33	Ildjernet	N59 50.774 E010 38.466	59	((50.774)/60)	59.8462	10	((38.466)/60)	10.6411

Eksempel på hvordan desimalgradene er beregnet:

Stasjonskoordinatene til stasjon 33 (Ildjernet):

$$(59) + ((50.774)/60) = 59.8462$$

$$(10) + ((38.466)/60) = 10.6411$$

Appendix 5. Feltperiode 1: Stasjonsbeskrivelser

Stasjon	Himmelretning	Dato	Salinitet (med dybdehenvisning)	Terrenguro	Substrat	<i>Sargassum muticum</i>	<i>Dasya baillouviana</i>
1	Sydvendt	15.sep.05	24.4 (4.6m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell/Stein	Nei	Nei
2	Sydvendt	15.sep.05	24.3 (6m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell/Stein	Ja (S)	Nei
3	Vestvendt	15.sep.05	24.3 (1.6m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell/ Sand	Nei	Nei
4	Sydvendt	24.aug.05	ikke målt	Flatt/Jevnt	Sand/Grus	Nei	Nei
5	Vestvendt	24.aug.05	22.7 (6m)	Bratt/Jevnt	Fjell/Blokk	Nei	Nei
6	Nordvendt	15.sep.05	23.8 (3.5m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell/Stein	Nei	Ja (V)
7	Sydvendt	24.aug.05	23.1 (6m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell	Nei	Nei
8	Østvendt	15.sep.05	ikke målt	Bratt/Jevnt	Fjell/Blokk	Nei	Nei
9	Sydvendt	24.aug.05	23.6 (7m)	Flatt/Jevnt	Stein/Grus	Ja (V)	Nei
10	Østvendt	24.aug.05	23.4 (5m)	Bratt/Ruglete	Fjell/Blokk	Ja (S)	Nei
11	Sydvendt	24.aug.05	ikke målt	Flatt/Jevnt	Bløtbunn/ Grus	Nei	Nei
12	Vestvendt	24.aug.05	23.5 (7m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell/ Stein	Ja (D)	Ja (V)
13	Sydvendt	24.aug.05	23.6 (7m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell/Stein	Ja (D)	Nei
14	Nordvendt	22.aug.05	24.1 (7m)	Svakt skrått/ Jevnt	Stein	Ja (V)	Ja (D)
15	Østvendt	22.aug.05	23.6 (6m)	Svakt skrått/ Jevnt	Stein/Grus	Ja (D)	Ja (V)
16	Østvendt	22.aug.05	23.11 (5m)	Flatt/ Jevnt	Blokk/ Bløtbunn	Ja (Sj)	Nei
17	Østvendt	22.aug.05	ikke målt	Flatt/ Jevnt	Bløtbunn / Grus	Nei	Nei
18	Østvendt	22.aug.05	22.1 (1.7m)	Flatt/ Jevnt	Bløtbunn / Grus	Nei	Nei

Appendix 5 forts. Feltperiode 1: Stasjonsbeskrivelser

Stasjon	Himmelretning	Dato	Salinitet (med dydbehenvisning)	Terrenguro	Substrat	<i>Sargassum muticum</i>	<i>Dasya baillouviana</i>
19	Sydvendt	22.aug.05	23.6 (9m)	(vertikal bryggestolpe)	Stein	Nei	Nei
20	Sydvendt	04.aug.05	22.4 (9m)	Bratt	ikke registrert	Nei	Nei
21	Nordvendt	04.aug.05	21(2.1m)	Flatt/ Jevnt	Sand/Grus/Bløtbunn	Ja (Sj)	Nei
22	Sydvendt	04.aug.05	22.3 (3.8m)	Bratt/Jevnt	ikke registrert	Nei	Nei
23	Sydvendt	04.aug.05	22.1 (1m)	ikke registret	ikke registrert	Nei	Nei
24	Vestvendt	04.aug.05	22.5 (5m)	Flatt/ Jevnt	Stein	Nei	Nei
25	Nordvendt	04.aug.05	22.4 (3.1)	Flatt/ Jevnt	Fjell/ Stein	Ja (D)	Ja (V)
26	Østvendt	04.aug.05	ikke målt	Bratt/Jevnt	Fjell/Skjellsand	Ja(V)	Ja (V)
27	Østvendt	03.aug 05 /04.aug.05	23.1 (10m)	Bratt/Jevnt	Fjell	Ja (S)	Ja (S)
28	Nordvendt	01.aug.05	23.1 (11m)	Svakt skrått/ Jevnt	Sand/Grus/Stein	Ja (S)	Nei
29	Nordvendt	01.aug.05	22.5 (9m)	Flatt/ Jevnt	Fjell/Stein	Ja (S)	Nei
30	Vestvendt	03.aug.05	22.6 (6m)	Svakt skrått/ Jevnt	Fjell/Stein	Ja (S)	Ja (S)
31	Østvendt	03.aug.05	22.7 (5m)	Bratt/Jevnt	Fjell/Blokk	Ja (S)	Nei
32	Østvendt	16.sep.05	23 (6m)	Svakt skrått/ Jevnt	Stein/Grus	Ja (V)	Ja (S)
33	Østvendt	16.sep.05	24.4 (5m)	Bratt/Jevnt	Fjell/Stein/Grus	Ja (V)	Nei

Appendix 6

Rekkefølgen på stasjoner på cd: Feltperiode 1 (august & september 2005)

Stasjonsnummer	Stasjonsnavn	Dato	Minutthenvvisning til cd: Feltperiode 1	Undervannsopptak
29	Nordre Langøy	1.aug.05	1.24	Ja
28	Ormøya	1.aug.05	3.31	Ja
27	Gressholmen	4.aug.05	5.30	Ja
26	Bleikøya	4.aug.05	7.27	Ja
25	Hovedøya	4.aug.05	8.42	Ja
31	Nordre Skjærholmen	3.aug.05	9.53	Ja
23	Akerselva	4.aug.05	12.01	Nei
22	Utstikker 2	4.aug.05	12.31	Ja
21	Honnørbyrgga	4.aug.05	13.33	Ja
19	Filipstadkaia	22.aug.05	15.01	Ja
15	Bygdøynes	22.aug.05	15.42	Ja
13	Huk	24.aug.05	18.00	Nei
12	Bygdøy Vest	24.aug.05	18.58	Ja
14	Nakkholmen	22.aug.05	20.07	Nei
9	Møkkalassene	24.aug.05	20.40	Ja
10	Fornebu	24.aug.05	21.26	Ja
11	Bestumkilen	24.aug.05	22.11	Nei
1	Gåsøya	15.sep.05	23.30	Ja
2	Flisbukta	15.sep.05	26.12	Ja
3	Store Ostsund	15.sep.05	28.12	Nei
8	Lille Ostsund	15.sep.05	29.14	Ja
4	Kalvøya	24.aug.05	30.28	Nei
5	Høvikodden	24.aug.05	31.22	Ja
7	Borøya syd	24.aug.05	32.43	Nei
18	Frognerkilen	22.aug.05	33.08	Nei

Appendix 6 forts.

Rekkefølgen på stasjoner på cd: Feltperiode 1 (august & september 2005)

Stasjonsnummer	Stasjonsnavn	Dato	Minutthenvising til cd: Feltperiode 1	Undervannsopptak
17	Oscarshall	22.aug.05	33.38	Ja
32	Nesodden øst	16.sept.05	35.05	Ja
33	Ildjernet	16.sep.05	37.16	Ja

Appendix 7

Rekkefølgen på stasjoner på cd: Feltperiode 2 (oktober 2005, mars 2006, mai 2006 & juni 2006).

Stasjonsnummer	Dato	Minutthenvising til cd Feltperiode 2
14	27.okt.05	0.29
13	27.okt.05	01.43
12	27.okt.05	04.38
9	27.okt.05	06.21
27	13.mar.06	07.59
14	13.mar.06	09.42
13	13.mar.06	10.52
15	13.mar.06	12.22
12	27.mar.06	14.50
10	27.mar.06	16.10
9	27.mar.06	18.04
14	15.mai.06	19.41
13	15.mai.06	20.50
15	16.mai.06	22.40
9	16.mai.06	25.53
12	16.mai.06	29.20
9	06.jun.06	31.50

Appendix 8 Cd: Feltperiode 1

Appendix 9 Cd: Feltperiode 2